SAGGIO SULLA STORIA GENERALE DELLE MATEMATICHE

Carlo Bossut

SAGGIO

SULLA

STORIA GENERALE

DELLE

MATEMATICHE

DI

CARLO BOSSUT.

SAGGIO

SULLA

STORIA GENERALE

DELLE

MATEMATICHE

DI

CARLO BOSSUT.

prima edizione italiana con riflessioni ed aggiunte

DI

GREGORIO FONTANA.

TOMO PRIMO

MILANO 1802.

presso { NOBILE e TOSI, Librai-Stampatori *sulla corsia del Duomo*.
G.P. GIEGLER, Librajo *sulla corsia de' Servi*.

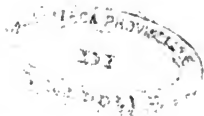
Gli editori proprietarj mettono questa edizione italiana sotto la salvaguardia della legge, hanno consegnate alla Biblioteca nazionale le due copie richieste dalla stessa legge.

Milano 2 *novembre* 1802.

GLI EDITORI A CHI LEGGE.

La prefazione che l'autore premette all' opera, e l' alta riputazione ch' egli gode da tanto tempo per tutta l' Europa, ci dispensa dal presentarne qualsivoglia breve analisi, onde farne rilevare il merito singolare, e la somma utilità che sarà per recare in Italia agli studiosi delle matematiche. La traduzione è stata eseguita dal cittadino Andrea Mozzoni, *pubblico professore di matematiche nel Liceo di Bergamo; ed abbastanza noto per alcune sue produzioni, e per altre traduzioni da esso fatte delle Opere del medesimo autore.*

Ad arricchire finalmente e completare in ogni modo il pregio di quest' Opera, porremo al fine del quarto ed ultimo volume le aggiunte del cittadino Gregorio Fontana, *contenenti varie riflessioni sullo stesso argomento, ed altre particolari notizie intorno alle opere di alcuni celebri matematici italiani e tedeschi. La profondità delle cognizioni che questo nostro insigne*

concittadino possiede, la celebrità a cui egli è perciò salito per le tante matematiche produzioni già pubblicate, sono affatto superiori ad ogni nostro elogio, e nel momento stesso ci lusingano che sia questo il più prezioso dono che da noi si possa offrire ad ogni amatore della Scienza.

PREFAZIONE

DELL' AUTORE

Parecchi autori hanno scritto, in parti separate, e senza tenere alcuna proporzione, la storia delle matematiche, o nelle loro prefazioni, o in alcune opere specialmente destinate a quest' oggetto: Montucla è sino al presente il solo che l' abbia abbracciata nella sua totalità, seguendo un ordine subordinato alla natura ed all' estensione di ciascun ramo particolare. La sua *storia delle matematiche* la prima comparve volta nel 1758: essa n' espone lo sviluppo ed i progressi dalla loro origine sino al principio del secolo passato; è stata ristampata nel 1798, con addizioni considerevoli, ma sempre

rinchiusa nel medesimo spazio di tempo. L' autore aveva preparato de' materiali per condurla sino ai nostri giorni; ma morte avendolo rapito alle scienze, nel 1799, egli non ha potuto ridurli totalmente in istato d' essere stampati. I suoi manoscritti sono stati riveduti, perfezionati, aumentati di necessarj supplementi, e questa continuazione è ora stata pubblicata. Io non la conosco (1) che per l' annunzio dei giornali.

L' opera di Montucla ha ricevuto dai dotti i giusti elogj che meritava. Difatti, essa contiene un' immensa quantità d' interessanti ricerche, principalmente sopra le antiche matematiche. Non dissimulerò tuttavia d' avere essa sofferto varie

---

(1) *Scritto li* 30 *pratile anno X.* (*maggio* 1801.)

critiche. In generale si bramerebbe più metodo, minore intrecciamento di materie sovente disparate, uno stile un poco più accurato, la soppressione di certe facezie che non concordano colla gravità dell'argomento: si oppone che essa è solamente alla portata de' matematici di professione; che vi si trovano a dir vero de' trattati sopra quasi tutte le parti delle matematiche; ma che questi trattati non succedendosi gli uni agli altri in un ordine classico ed elementare, non possono essere intesi che da lettori che già ne conoscano la sostanza. Si vorrebbe che Montucla fosse entrato un po' più nello spirito degli autori di cui espone le scoperte: dispiace, per esempio, che parlando delle sezioni coniche, non abbia dato un estratto un poco esteso delle *Coniche* di Apollonio, nè abbia fatto conoscer abba-

stanza il metodo di questo antico geometra: oggetto del massimo interesse per gli amatori della bella sintesi.

Se queste critiche sieno fondate o no, rimarrà sempre a Montucla la gloria d' aver prodotto un' opera dottissima, utilissima, e d' una specie tanto più rara, quanto che gli uomini presi dall' amore delle matematiche hanno d' ordinario più di propensione ad arricchirle colle proprie scoperte, che a riferire le altrui; sacrifizio che merita d'essere apprezzato.

Qui non si tratta d' una storia ragguagliata delle matematiche: io non considero in ciascuna parte che le idee matrici e le principali conseguenze che ne derivano. Avendo sempre avuto, nel corso de' miei studj, la curiosità di risalire all'origine di queste cognizioni, io comin-

ciai, sono circa trent' anni, ad abbozzare di tempo in tempo le riflessioni che questa disposizione di spirito faceva in me nascere. Ne risultò da principio uno schizzo che pubblicai nel 1784, di fronte al dizionario di matematica dell' *Enciclopedia metodica*. Questo schizzo ebbe qualche successo: esso era nondimeno assai imperfetto, tanto per la necessità di restringermi in uno spazio molto angusto, quanto per alcune irregolarità nel mio piano, che in quel tempo non aveva peranche abbastanza meditato; e ciò che accresceva questi difetti, molte cose essenziali erano strozzate, ed anche del tutte ommesse. Alcuni amici illuminati mi hanno vivamente sollecitato a correggermi ed a formare un corpo di opera che si potesse leggere con qualche interesse per la curiosità, e qualche profitto

per l' istruzione. Ho procurato di soddisfare alle loro viste, per quanto i miei deboli mezzi me lo hanno permesso. Mi stimerò fortunato, se posso ispirare alla gioventù il gusto e lo studio di queste scienze sublimi, veramente degne di occupare un essere pensante.

Sarò per avventura accusato di parzialità in loro favore; ma non mi sarà difficile il discolparmi. Io credo, e l'ho dichiarato in più occasioni, che gli uomini eminenti sieno presso a poco egualmente rari in tutti i generi, e che la natura metta una specie d'equilibrio tra tutte le sue produzioni; ma, per una conseguenza del principio medesimo, debbo confutare quelli che non accordano il genio che alle facoltà dell' immaginazione, e credono che con un' ordinaria intelligenza e molta fatica, si possa sollevarsi al

primo grado nelle scienze. Gli esempj su i quali si appoggiano non sono concludenti. Egli è vero che si sono veduti degli uomini applicati, dotati d' una felice memoria, e che altronde avevano soltanto una mediocre sagacità primitiva, farsi nel mondo la riputazione di grandi geometri. Ma deve forse far meraviglia, che una moltitudine ignorante o superficiale, confonda il prodotto del sapere che si ottiene per mezzo dello studio, colle verità nuove ed originali che il genio solo può creare? Se si vuole avere dell' equità, fa d' uopo opporre ai grandi poeti ed ai grandi oratori, i grandi matematici ben riconosciuti. Si mettano, per esempio, da una parte Omero, Virgilio, Racine, Pope, Demostene, Cicerone, e Bossuet; dall' altra, Archimede, Ipparco, Galileo, Cartesio, Huguens, New-

ton, Leibnizio: allora non sarà così facile il decidere da qual parte debba pendere la bilancia.

Combatterò inoltre, o almeno mi studierò d' indebolire un rimprovero che si fa ai matematici, non già che esso non sia per avventura più giustamente applicabile ai loro avversarj, ma finalmente bisogna convenire che i primi, anche i più illustri, lo meritano qualche volta. sono accusati di essere vani. Tale era, per esempio, Giovanni Bernoulli, come si vedrà in quest' opera. Ma perchè il mondo esige egli con tanta severità che gl' ingegni sublimi mostrino d' ignorare totalmente il loro merito? Ne ho cercata la ragione, e credo d' averla trovata. La modestia è un abbandono di se medesimo, una specie di confessione d' inferiorità che l' uomo mediocre sa cogliere avidamente per con-

solarsi, che cerca d'interpretare nel senso letterale, e di cui ancora si fa sovente un' arme per allontanare l' uomo di genio, timido, privo d' appoggio, e vittima del suo candore. L' esperienza fa vedere che uno si espone più al pericolo col troppo umiliarsi, che al ridicolo col vantare il proprio merito.

Aggiungiamo, che si prende qualche volta per amor proprio ciò che altro non è che una ingenuità stimabile in un dotto, quasi sempre solitario anche nel mezzo della società, che ignora le massime e gli usi d' un mondo corrotto, dove gli uomini non pensano che ad ingannarsi gli uni gli altri, ed a fingere sentimenti che non hanno.

Questo saggio termina cogli anni 1782 e 1783: anni funesti, in cui le scienze perdettero Daniele, Bernoulli, Eulero e d' Alembert. Mi

astengo in questo momento dal parlare delle produzioni de' matematici viventi; ma di esse pure me ne sono fatto un quadro, e lo darò sotto questo titolo: *Considerazioni sopra lo stato attuale delle matematiche*.

Egli è facile comprendere quanta circospezione debba richiedere quest' ultima opera, attesa l' intenzione che ho di essere perfettamente giusto, e di pagare ai veri inventori il tributo degli elogj e della riconoscenza che loro è dovuto.

SAGGIO

SULLA

STORIA GENERALE

DELLE

MATEMATICHE

INTRODUZIONE

QUADRO GENERALE DELLE MATEMATICHE:

POPOLI CHE LE HANNO COLTIVATE.

Etimologia della voce matematica.

Il solo nome di Matematica, che nella sua etimologia significa *istruzione*, *scienza*, dipinge in un modo giusto e preciso l'idea nobile che di essa ci dobbiamo formare. Di fatti, essa altro non è che una concatenazione metodica di principj, di ragionamenti e di conclusioni sempre accompagnate dalla certezza

e dall' evidenza: vantaggio che caratterizza specialmente le cognizioni esatte, le vere scienze, alle quali bisogna ben guardarsi di assimilare le opinioni metafisiche, le congetture ed anche le probabilità più forti.

Oggetto e divisione delle Matematiche.

Si sa che le Matematiche hanno per oggetto di misurare o di paragonare le grandezze; per esempio, i numeri, le distanze, le velocità, ec. Esse si dividono in matematiche *pure*, e matematiche *miste*, o con altro nome scienze *fisico-matematiche*.

Matematiche pure.

Le Matematiche pure considerano la grandezza sotto un punto di vista generale, semplice, ed astratto; e perciò hanno la prerogativa unica di essere fondate sopra le nozioni elementari della quantità. Questa prima classe comprende, 1. l' *Aritmetica*, o l' arte di contare; 2. la *Geometria*, che insegna a misurare l' estensione; 3. l' *Analisi*, ossia il calcolo delle grandezze in generale; 4. la *Geometria mista*, combinazione della Geometria ordinaria e dell' Analisi.

Matematiche miste.

Le Matematiche miste pigliano in prestito dalla fisica una o più esperienze incontrastabili, ovvero suppongono nei corpi una qualità principale e necessaria; quindi con ragionamenti metodici e dimostrativi traggono dallo stabilito principio conclusioni evidenti e certe, come quelle che le Matematiche pure immediatamente traggono dagli assiomi e dalle definizioni. A questa seconda classe appartengono, 1. la *Meccanica*, ossia la scienza dell' equilibrio e del moto de' corpi solidi; 2. l' *Idrodinamica*, che considera l' equilibrio ed il moto de' corpi fluidi; 3. l' *Astronomia*, o la scienza del moto de' corpi celesti; 4. l' *Ottica*, ossia la teoria degli effetti della luce; 5. finalmente l' *Acustica*, o la teoria del suono.

Ho disposto qui le diverse parti delle Matematiche nell' ordine che mi sembra il più acconcio a mostrare in un colpo d' occhio il loro reciproco concatenamento, nello stato in cui esse trovansi presentemente; ma quest' ordine non è del tutto conforme al loro sviluppo reale ed istorico.

Incertezza della prima origine delle Matematiche.

Non è possibile di fissare in un modo preciso l' origine delle Matematiche: si può soltanto affermare ch' essa risale ai tempi più rimoti. Allorchè gli uomini, abbandonando la vita errante e selvaggia, si riunirono in società, e le leggi o le convenzioni generali stabilirono che ognuno provvedesse alla propria sussistenza, senza violare l' altrui possesso, il bisogno e l' interesse, i due grandi moventi dell' industria, non tardarono ad inventare le arti di prima necessità. Si fabbricarono delle capanne; si lavorò il ferro; si piantarono i termini ai campi; si osservò il corso degli astri; si vide che la terra dava da se stessa, ed in tutti i tempi, parecchi frutti atti al nutrimento degli animali; ma che per altre produzioni ancor più utili e più abbondanti, essa aveva bisogno di essere secondata da una coltura subordinata all' ordine delle stagioni: quindi le seminagioni e le ricolte. Tutte queste osservazioni, tutte queste pratiche, benchè da principio assai informi e grossolane, dipendevano dalle Matematiche per una segreta e sconosciuta con-

flessione; esse non ebbero per lungo tempo altra regola ed altra guida che l' esperienza ed una cieca abitudine. L' assiduità che esigevano la caccia, la pesca, ed i lavori della campagna, non permetteva agli uomini di sollevarsi alle idee generali e riflettute; il circolo de' loro bisogni fisici limitava quello dei loro pensieri. Insensibilmente parecchi tra loro, avendo acquistato una specie di superfluo, o per una superiorità d' industria, o per l' abbondanza delle ricolte, si abbandonarono all' ozio, al quale tutti gli animali hanno una naturale pendenza. Eglino credettero di trovare la felicità in questo stato di quiete e di pigrizia; illusione seducente di cui ben presto l' uom si disinganna, ed a cui per lo meno si dovettero allora i primi slanci dell' umana intelligenza. Il languore dell' inazione, il tormento della noia che vi è annessa, e l'attività del principio pensante che portiamo in noi stessi, vennero a togliere l'uomo da un vergognoso letargo, e diedero l'impulso a quello spirito di curiosità e di ricerca che ci agita continuamente, e che ha, come il corpo, l' imperioso bisogno di essere alimentato. Allora l' uomo vide, con nuovi occhi, il magnifico spettacolo che la natura offriva da ogni parte a' suoi sensi ed alla sua

immaginazione; egli imparò a ravvicinare ed a paragonare gli oggetti. Varie idee tratte dal mondo fisico ne furono, per così dire, distaccate, e trasportate in un mondo intellettuale: vi furono degli oratori, de' poeti, dei pittori; si studiarono con una ragionata attenzione i fenomeni della natura, e se ne vollero conoscere le cagioni. La Geometria, ristretta da principio alla misura de' campi, si estese a nuovi usi, e si propose de' problemi più elevati, più difficili; l'anatomia s' arricchì d' osservazioni regolari, e di molti istrumenti atti a moltiplicarle, ed a mettervi la necessaria esattezza e connessione. S'inventarono delle macchine, nelle quali un' artificiosa combinazione di ruote e di leve era impiegata a sollevare od a trasportare i massi più pesanti: in una parola, tutte le parti delle matematiche fecero successivamente de' progressi. Essi sarebbero stati più rapidi, se il fanatismo e lo sfrenato amore del dominio, devastando la terra, non avessero troppo spesso oscurata la face del genio per lunghe serie di secoli; ma, come un fuoco nascosto sotto la cenere, egli ripigliò il suo splendore in tempi più fortunati, e l'edifizio delle scienze si è a grado a grado innalzato. Speriamo che la posterità avrà la nobile ambi-

zione di proseguire il lavoro, senza essere scoraggiata dal timore di non poter forse giammai mettervi il colmo.

Le Matematiche sono nate nella Caldea e nell' Egitto. — I Pastori della Caldea gettarono i fondamenti dell' Astronomia.

L' opinione la più generale e la meglio comprovata, si è, che le Matematiche abbiano cominciato a prendere un certo corpo, quasi nel medesimo tempo, presso i primi Caldei ed i primi Egiziani; cioè a dire, presso i due più antichi popoli conosciuti. Secondo una costante tradizione, rinnovata di secolo in secolo, i pastori della Caldea, nel mezzo delle loro pacifiche funzioni, e collocati sotto il cielo il più puro, gettarono i fondamenti dell' Astronomia. Se le loro osservazioni troppo imperfette non hanno potuto servire di base ad alcuna teoria, hanno almeno dato alcune indicazioni generali, e risparmiato alcuni falsi tentativi ai primi Astronomi.

Scienza dei Maghi dell' Egitto.

I Maghi o Sacerdoti dell' Egitto, applicati per le leggi del loro istituto a studiare ed a raccogliere i segreti della natura, erano divenuti i depositarj e i dispensatori di tutte le umane cognizioni. Si veniva da tutte le parti a consultarli e ad istruirsi nella loro conversazione. Eglino avrebbero meritato senza eccezione il rispetto e la riconoscenza del mondo, se, contenti d' illuminarlo, non avessero altresì cercato qualche volta d' ingannarlo, e di coprire sotto sacri veli l' orgogliosa ambizione di governarlo.

Pretensioni de' Chinesi e degli Indiani nelle scienze.

I popoli, al pari degli uomini privati, cercano di allontanare la loro origine, e di esaltare i loro cominciamenti. I Chinesi e gli Indiani sono accusati principalmente di questa smania patriotica. Se loro si presta fede, eglino sono i primi inventori di tutte le scienze e di tutte le arti. Siccome essi fondano in particolare le loro pretese sopra l'antichità dell' astronomia presso di loro, io mi riservo

ad esaminare i loro titoli, quando parlerò in dettaglio de' progressi di questa scienza.

Le antiche Matematiche ci vengono dai Greci.

Le antiche Matematiche non ci sono conosciute che per mezzo delle opere de' Greci. Noi non abbiamo i documenti necessarj per apprezzare le istruzioni che essi avevano riportate dal loro commercio coi Maghi. Alcuni autori hanno scritto che Talete, in uno de' suoi viaggi a Menfi, insegnò agli Egiziani la maniera di misurare l' altezza delle piramidi dalla lunghezza della loro ombra, proposizione d' una geometria assai elementare: se il fatto fosse vero, noi concluderemmo che gli Egiziani erano poco versati in questa scienza; ma la cosa non è verosimile, ed il più savio partito è di nulla pronunziare, poichè tutti i monumenti delle scienze egiziane sono periti colla biblioteca d' Alessandria. Noi dobbiamo soltanto convenire che se gli Egiziani sono stati i primi maestri dei Greci, essi sono stati ben presto superati dai loro discepoli. Tosto che le Matematiche cominciano a prender radice nella Grecia, si veggono camminare con passo rapido e fermo,

ed arricchirsi successivamente di molte ed importanti scoperte, ove la reciproca connessione dei principj e delle conseguenze indica l' unità e la continuazione d'un medesimo piano. I Greci diventano, per così dire, i precettori di tutte le altre nazioni; essi soli hanno avuta la gloria di essere eccellenti in tutti i generi, arte militare, poesia, eloquenza, pittura, scienze esatte, ec. La maggior parte degli uomini illustri riuniti nel museo d'Alessandria (1), cioè a dire nel centro delle arti e delle scienze, erano Greci d' origine. Tutta questa grandezza ebbe il destino delle cose umane; ella si ecclissò per gradi.

Decadenza della Grecia.

La gelosia che regnava fra i diversi stati onde la Grecia era composta, aveva già acceso nel suo seno molte guerre sanguinose, fatali alla sua politica costituzione. Finchè l' intera nazione ebbe de' costumi, finchè si

---

(1) *Il museo d' Alessandria fu fondato da Tolomeo Filadelfo, re d' Egitto, circa l' anno* 320 *avanti l' era cristiana; le Matematiche vi fiorirono pel corso di mille anni circa.*

tenne invariabilmente attaccata ai principj della giustizia e della moderazione, ella trionfò dei suoi esterni nemici. Alcuni popoli lontani venivano a studiare le sue leggi e le sue istituzioni. Indebolita dalle sue divisioni intestine, ella subì alla fine il giogo che i Romani imponevano a tutta la terra; ma cedendo alla potenza delle armi, ella conservò in gran parte l'impero del genio agli occhi della posterità. Se Virgilio e Cicerone hanno uguagliato Omero e Demostene; se Tito Livio, Sallustio e Tacito hanno superato Erodoto, Tucidide e Senofonte; vi rimangono due vasti paesi, le belle arti e le scienze esatte, di cui gli antichi Greci sono rimasti assolutamente i padroni. L'ambizione de' Romani sempre attiva, sempre rinascente, fu di estendere la loro dominazione al di fuori: nell'interno, le continue rivalità che dividevano il senato ed i tribuni del popolo, dopo la caduta dei re, fino a quella della repubblica, aguzzarono gli spiriti, e fecero nascere una moltitudine di grandi oratori, ed in seguito di grandi poeti. La pittura, la scoltura e l'architettura non ebbero, in alcun modo, il medesimo successo a Roma. Noi dobbiamo nondimeno aggiungere che l'opera di Vitruvio, sopra l'architettura, scritta nel

tempo di Augusto, è un monumento prezioso di diverse cognizioni relative a quest' arte.

Mediocrità de' Romani nelle Matematiche.

Quanto alle scienze esatte, che esigono il raccoglimento, il silenzio e profonde meditazioni, i Romani non hanno mai oltrepassata la mediocrità. Inutili per arrivare alle grandi cariche del governo, esse formavano l'occupazione di pochi uomini oscuri, lontani dal vortice de' pubblici affari. I matematici romani non sono stati, per così dire, che i traduttori o i commentatori d' Archimede, d' Apollonio, ec. Si distinguono soltanto, tra loro, alcuni dotti Astronomi, sotto Augusto ed i suoi primi successori. Nel seguito, ogni cosa andò declinando.

Alla morte di Teodosio, la divisione dell' impero tra i suoi due figli Onorio ed Arcadio avendo snervato questo gran corpo, la parte occidentale, lungo tempo rovinata, smembrata ed alla fine invasa dai barbari, cadde nella più profonda ignoranza; le scuole dell' impero d' Oriente non erano occupate che in miserabili dispute teologiche. Le scienze esatte si erano quasi totalmente rifugiate nel museo d' Alessandria: prive d' appoggio e

d' incoraggiamento, non potevano a meno di degenerare. Esse nondimeno conservavano sempre, almeno per tradizione o imitazione, quel carattere antico e severo che i Greci avevano loro impresso.

Distruzione del museo d' Alessandria.

Ben presto quest' asilo fu loro tolto. Verso la metà del settimo secolo dell' era cristiana, gli Arabi, condotti dai primi successori di Maometto, portano in tutto l'Oriente la carnificina e la devastazione; il museo di Alessandria è distrutto; i dotti e gli artisti periscono o sono dispersi.

Scienze presso gli Arabi.

Quantunque però questa funesta catastrofe avesse rotto la catena delle scoperte matematiche, ne rimasero alcuni anelli che questo popolo stesso distruttore, raddolcito dalle attrattive della pace e dell' ozio, si affrettò di riunire e di rinnovare. In meno di cent' anni, si videro gli Arabi coltivare l' Astronomia, di cui avevano avuto altre volte delle nozioni generali. Questo gusto particolare si estese gradatamente a tutti i

rami delle umane cognizioni. Le Matematiche fiorirono, per lo spazio di settecento anni, in tutti i paesi sottomessi al dominio degli Arabi, ed in seguito de' Persiani, quando questi due popoli furono riuniti. Esse furono portate in Ispagna dai Mori; ne penetrarono alcuni raggi in Germania.

Caduta delle matematiche in Oriente.

Le conquiste dei Turchi riconducono l'ignoranza e la barbarie nelle belle contrade che gli Arabi abitavano. Alla presa di Costantinopoli fatta da Maometto II, si solleva contro i dotti e gli artisti una persecuzione che ne fa perire una gran parte; alcuni prendono la fuga, e recano seco loro gli avanzi delle matematiche in Italia, in Francia, in Germania e nell'Inghilterra. Il gusto delle lettere e delle arti aveva già cominciato a prendere radice in questi paesi, principalmente in Italia.

Matematiche presso i popoli orientali.

Da quel momento tutto si cangia; lo spirito umano si rigenera in tutte le parti. L'Algebra, la Geometria, l'Astronomia,

camminano con passo rapido; e viene finalmente la grande scoperta dell' analisi infinitesimale negli ultimi trent' anni del decimosettimo secolo.

Qui s' apre nelle scienze esatte un nuovo ordine di cose che non si era osato sperare. L' analisi infinitesimale ci ha messi al possesso d' infiniti problemi inaccessibili a tutti i metodi degli Archimedi, degli Apollonj, ec. Non dimentichiamo però che questi grandi uomini sono stati i nostri primi maestri; non istiamo già a credere che gli Europei abbiano superato i Greci in genio: contentiamoci di dire che, per una conseguenza della progressione naturale delle cognizioni, essi gli avanzano in sapere. Nelle arti d' immaginazione, come la poesia, l' eloquenza, la pittura, ec., la perfezione è lo sforzo del genio, non del tempo; e sotto questo punto di vista, la sola gloria alla quale i moderni possano pretendere si è d' avere uguagliato gli antichi. Ma nelle scienze, le scoperte delle età si aggiungono le une alle altre; esse si diffondono per la via de' manoscritti o della stampa; e formasi alla fine presso i popoli studiosi una massa generale di lumi, presso a poco simile a quella che acquisterebbe un uomo solo che vivesse più secoli.

Se Archimede ritornasse al mondo, sarebbe obbligato di studiare molto tempo per mettersi al livello con Newton, benchè sia per avventura assai difficile di decidere quale dei due abbia superato l'altro in genio.

Le Matematiche rimangono presso a poco le stesse presso i Chinesi e gli Indiani.

I Chinesi e gli Indiani non hanno partecipato a questo grande movimento che si è fatto nelle scienze, e non possono a questo riguardo entrare in parallelo cogli Europei.

Gli Americani non hanno conosciuto le Matematiche.

Pare che gli Americani non abbiano mai avuto nozioni distinte delle matematiche. Avanti la loro comunicazione cogli Europei non conoscevano che le arti meccaniche le più necessarie ai bisogni della vita; lo spirito di questo popolo non è mai stato portato alla riflessione.

È mio disegno di qui delineare un compendio storico delle matematiche dalla loro origine fino ai nostri giorni, e nel tempo stesso di onorare la memoria de' grandi uo-

mini che ne hanno esteso l' impero. Non sono già per entrare in sistematiche discussioni, fondate per lo più sopra incertisssime basi; eviterò la forma e l' apparato delle dimostrazioni geometriche, scrivendo principalmente per lettori, che al gusto generale dell' erudizione accoppiano la curiosità vera e sostenuta di conoscere il cammino dell' ingegno umano nel più nobile esercizio delle sue facoltà. Qualche volta nondimeno spiegherò i metodi con sufficiente dettaglio affinchè gli stessi Matematici di professione trovino le dimostrazioni de' risultati ai quali mi debbo ristringere. Se non mi è possibile di soddisfarli pienamente, indicherò loro almeno le sorgenti dove potranno attignere una più ampia istruzione.

Distinzione di quattro periodi nelle Matematiche.

Distinguo quattro età nella storia delle matematiche. La prima ci offre i deboli barlumi della loro origine, in seguito il loro rapido accrescimento presso i Greci, ed in fine il loro stato languente sino alla distruzione della scuola d'Alessandria: nella seconda età, esse sono rianimate e coltivate dagli Arabi, che

le fanno passare seco loro in alcune contrade dell' Europa; quest' età dura presso a poco fino verso il termine del secolo decimo-quinto. Qualche tempo dopo, esse si diffondono e fanno de' rapidi progressi presso tutti i popoli un poco considerevoli d'Europa: terzo periodo che ci conduce sino alla scoperta dell' analisi infinitesimale. Qui comincia il quarto ed ultimo periodo. Questi quattro periodi formerano la divisione generale di questo saggio.

Egli sembra a prima vista che per la chiarezza del discorso, dovrei percorrere successivamente, e senza interruzione, ciascuna parte delle Matematiche; ma questo metodo, applicato indistintamente a tutte le parti ed a tutte le età, è soggetto ad alcuni inconvenienti. I diversi rami delle Matematiche non si sono formati e sviluppati che per gradi, e sovente gli uni col mezzo degli altri: vi è qualche proposizione di meccanica che ha dato origine ad una completa teoria di geometria: allora sarebbe cosa impossibile di render conto della prima senza spiegare la seconda, e senza quindi immergersi in dettagli sovente prolissi ed estranei all' oggetto attuale e principale. Altronde, si troverebbe qualche volta un voto disaggradevole nel qua-

dro generale, o una sproporzione troppo patente nelle parti; perciocchè tutte le scienze non hanno camminato con passo eguale; alcune si scorgono qualche volta stazionarie, mentre le altre si avanzano rapidamente. Queste osservazioni sono vere principalmente riguardo alle seconda e quarta età delle Matematiche; se ne vedranno delle prove frequenti, quando si tratterà dell' applicazione dell' analisi infinitesimale alla Meccanica ed all' Astronomia. La prima età è quella in cui la provenienza delle cognizioni è la più uniforme, la più distinta; le parti delle Matematiche vi si possono distaccare le une dalle altre. Ho profittato di questo vantaggio per quanto mi è stato possibile; ma ne' periodi seguenti non ho potuto interamente seguire lo stesso ordine. Prego il lettore di adattarsi a un piano che mi sembra voluto dalla natura del soggetto.

Egli è inutile di fare un' altra osservazione che facilmente si presenterà da se stessa: si vedrà che, il più delle volte, i monumenti storici, necessarj per formare una narrazione seguita e completa, sono assai informi o assai difettosi; da un altro canto l' austerità della materia non ammette gli orna-

menti e le finzioni . Non posso adunque sperare attenzione , in questa parte sterile , se non che da quella classe di lettori che trovano delle pietre preziose persino nelle rovine dell' edifizio delle scienze .

PRIMO PERIODO

STATO DELLE MATEMATICHE

DALLA LORO ORIGINE FINO ALLA DISTRUZIONE DELLA SCUOLA D' ALESSANDRIA.

CAPO PRIMO

Origine e progressi dell' Aritmetica.

Non vi è alcun' idea più semplice e più facile da concepirsi quanto quella di *numero* o di *moltitudine*. Tosto che l' intelligenza d' un fanciullo comincia a svilupparsi, egli può contare le sue dita, gli alberi che lo circondano, e gli altri oggetti posti sotto i suoi occhi. Queste prime operazioni si fecero da principio senz' ordine, senza metodo, e col solo soccorso della memoria; ben presto si trovarono de' mezzi per estenderle e sottoporle ad una specie di forma regolare.

Comunque diversi fossero gli oggetti da contare, siccome vi si procedeva sempre nella stessa maniera, così si vide facilmente che si poteva prescindere dalla loro natura, e si immaginò di rappresentarli con simboli generali, che prendevano in seguito valori particolari ed adattati a ciascuna quistione che si doveva risolvere. Si adoperavano, per esempio, a tal effetto, piccoli globi insieme connessi come i grani d'una corona, o come i nodi d'una corda; ciascun globo denotava una pecora, un albero, e la collezione de' globi tutta la greggia, o tutti gli alberi.

L'invenzione della scrittura fece fare un nuovo passo all'arte della numerazione. Sopra una tavola coperta di polvere, si disegnavano de' caratteri scelti arbitrariamente per esprimere i numeri, ed in tal modo si potevano eseguire de' calcoli d'una certa estensione.

Tutte le nazioni, eccettuati gli antichi Ghinesi ed una popolazione oscura di cui Aristotile fa menzione, hanno distribuito i numeri in periodi, composti ciascuno di dieci unità. Quest'uso deve certamente attribuirsi a quello che abbiamo nell'infanzia di contare colle proprie dita, che sono dieci di

numero, salve alcune rarissime eccezioni. Gli antichi si sono del pari accordati nel rappresentare i numeri colle lettere del loro alfabeto; si distinguevano i diversi periodi di decine con accenti, che si apponevano alle lettere numerali come presso i Greci, o con diverse combinazioni delle lettere numerali, come presso i Romani. Tutte queste notazioni, e principalmente quella de' Romani, erano molto complicate e molto imbarazzanti quando si trattava di eseguire de' calcoli un po' considerevoli.

Strabone, che viveva sotto Augusto, racconta nella sua *geografia*, che al suo tempo si attribuiva l'invenzione dell'aritmetica, come quella della scrittura, ai Fenicj. Questa opinione di fatti ha potuto trovare tanto maggior facilità a stabilirsi, in quanto che i Fenicj essendo stati i più antichi commercianti della terra, hanno dovuto naturalmente perfezionare una scienza di cui facevano un uso continuo; ma i principj dell'aritmetica erano conosciuti dagli Egiziani e da' Caldei lungo tempo innanzichè si tratasse de' Fenicj, i quali verosimilmente la impararono dagli Egiziani loro vicini.

Le Matematiche avevano ormai gettate delle radici nella Grecia, allorchè comparve

Anno inn. C. 640.

Talete; ma il movimento ch' egli loro impresse è l' epoca da cui si cominciarono a contare i loro veri progressi. S' ignora, se questo filosofo abbia fatto alcune scoperte particolari nell' aritmetica: il suo gusto lo portò principalmente allo studio della geometria, della fisica e dell' astronomia. Egli viaggiò molto tempo nell' Egitto e nell' India. Arricchito delle cognizioni che aveva acquistate ne' paesi stranieri, e ch' egli aumentò colle proprie meditazioni, ritornò a fondare in Mileto, luogo di sua nascita, la celebre scuola ionia, la quale si divise in più rami o sette che abbracciavano tutte le parti della filosofia, e che si diffusero in molte città della Grecia.

Anno inn. C. 590.

Qualche tempo dopo, Pitagora di Samo, si rese chiarissimo pel suo sapere immenso, e per la singolarità delle sue opinioni filosofiche. Giammai alcun uomo non è stato più amante della gloria, nè l' ha maggiormente meritata, e si è sollevato ad una più alta riputazione. Egli ebbe tutta l' ambizione dei conquistatori; geloso di estendere l' impero delle scienze, e non contento di avere istruito i suoi concittadini, andò a fondare in Italia una scuola che acquistò in poco tempo tale celebrità, ch' egli annoverava principi e legislatori tra i suoi discepoli. Quasi tutte le

parti delle Matematiche gli hanno importanti obbligazioni, come si vedrà successivamente.

Le combinazioni de' numeri furono uno de' principali oggetti delle sue ricerche; tutta l'antichità attesta ch' egli le aveva portate al grado più eminente. Egli inviluppava la sua filosofia con emblemi che, già astratti per se stessi, s' oscurarono vieppiù per la successione de' tempi, e fecero attribuirgli de' sistemi bizzarri, che difficilmente si possono riguardare come produzioni d'un genio così grande. Secondo alcuni autori, Pitagora è alla testa degli inventori dell' antica cabala: egli attribuiva molte virtù misteriose ai numeri; non giurava che pel numero *quattro*, che era per lui il numero per eccellenza, il numero de' numeri. Egli trovava parimente nel numero *tre* molte proprietà maravigliose: diceva che un uomo perfettamente istrutto nell' aritmetica possederebbe il sommo bene, ec. Ma quand' anche si fosse udito avanzare siffatte proposizioni, si dovrebbe egli prenderle strettamente nel senso letterale? Non è egli più verosimile, o che si sieno malamente riferite le sue parole, o ch' esse contenessero allegorie, il cui senso è rimasto sconosciuto? Questa congettura sembra tanto più fondata, quanto che, secondo altri autori, Pitagora non avendo

mai scritto cosa veruna sopra i varj oggetti della filosofia, la sua dottrina si conservò, per lungo tempo, soltanto nella sua famiglia e tra i suoi discepoli; ma che, in seguito, Platone ed altri filosofi, dietro una tradizione vaga e confusa, la svilupparono e la confusero. Non insisterò su questa tenebrosa quistione, che d'altronde non presenta oggidì interesse alcuno. Di tutte le scoperte aritmetiche di Pitagora, vere o supposte, il tempo non ha rispettato che la sua tavola di moltiplica; ma il gusto ch'egli aveva diffuso nella sua scuola per le ricerche e le proprietà dei numeri, diede origine ad alcune ingegnosissime teorie, come per esempio, quella de' numeri figurati, che si è gradatamente sviluppata, e di cui si sono fatte in seguito molte utili applicazioni.

Non è possibile di seguire a passo a passo nella notte de' tempi i progressi dell'aritmetica presso gli antichi. Si giudica soltanto, dalle opere che di essi ci rimangono, ch'essa abbia dovuto camminare rapidamente, essendo appunto la chiave e la prima di tutte le scienze. Oltre all'addizione, la sottrazione, la moltiplica e la divisione, che ne formano l'oggetto principale, gli antichi possedevano i metodi per estrarre la radice quadrata e cubica;

essi conoscevano la teoria delle proporzioni aritmetiche e geometriche. In generale, le combinazioni de' numeri e la riduzione dei rapporti alle più semplici forme di cui sono suscettibili, loro divennero familiari: per esempio, il famoso *Crivello* d'Eratostene, bibliotecario del Museo d'Alessandria, presenta un mezzo facile e comodo per trovare i numeri *primi*, la cui ricerca è per se stessa curiosa, indipendentemente dalla sua utilità nella teoria delle frazioni.

Anno inn C. 280.

Si sa che, per numeri primi, s'intendono quelli che non hanno altri divisori che se stessi e l'unità. Il numero *due* è, nella serie de' numeri pari, il solo numero primo. Bisogna dunque cercare tutti gli altri nella serie de' numeri dispari. A tal effetto, Eratostene scrive sopra una tavola sottile, o sopra un foglio di carta ben tesa, la serie de' numeri dispari; indi fa sotto questi numeri presi da tre in tre, da cinque in cinque, da sette in sette, ec., alcuni fori alla tavola o al foglio di carta: il che forma una specie di crivello, pe' cui fori suppone che cadano i numeri corrispondenti; ed allora i numeri rimanenti sono numeri primi (1).

(1) *Mi sia permesso di rimettere, per la spie-*

Diofanto (1), uno de' più celebri matematici della scuola d'Alessandria, fece fare un gran passo all' aritmetica; egli inventò l' analisi indeterminata, di cui si sono fatte tante applicazioni curiose o utili, sia nell' aritmetica pura, sia nell' algebra e nella geometria trascendente.

Allorchè un problema, tradotto nel linguaggio aritmetico o analitico, conduce ad un' equazione che contiene una sola incognita, chiamasi *problema determinato*; e le radici dell' equazione danno tutte le soluzioni che essa comporta. Questa specie di problemi non hanno, in ultima analisi, maggiori difficoltà di quelle che dipendono dalla risoluzione delle equazioni. Ma se un problema contiene più incognite che condizioni da esprimere, esso è indeterminato, ed allora non si può giugnere a trovare tutte le incognite, che dando ad alcune di esse de' valori determinati, presi arbitrariamente, o assoggettati a

gazione e compendio di sì fatto metodo, al mio Trattato d' Aritmetica.

(1) *Circa l' anno* 350 *dell' era cristiana.*

particolari restrizioni; il che fa due casi assai distinti. Nel primo, cioè a dire, quando i valori sono presi arbitrariamente, la soluzione è facile, e non richiede altra precauzione che di evitare i valori che condurrebbero a risultati assurdi; ma nel secondo, la scelta di alcune incognite forma essa stessa un problema indeterminato, che non può essere risoluto sennonchè con un' arte particolare. In quest'arte appunto Diofanto mostra una sagacità veramente originale. Siano proposti, per esempio, i seguenti quesiti: *dividere un numero quadrato in due altri numeri quadrati*; *trovare due numeri, la cui somma sia in data ragione colla somma de' loro quadrati*; *formare due numeri quadrati, la cui differenza sia un quadrato*; è cosa facilissima il risolvere questi quesiti, se ci è permesso l'adoperare de' numeri qualunque; ma se ci viene imposta la condizione che i numeri cercati siano razionali, e se vogliansi altresì escludere i numeri frazionarj, allora la soluzione richiede dell' artifizio. Diofanto ha trovato il modo di sottoporre tutti i quesiti di questa natura a regole certe ed esenti da qualunque specie di tentativo. I suoi metodi hanno un evidente rapporto con quelli che pratichiamo al presente per risolvere le equazioni de' due primi

gradi; e di qui alcuni autori hanno presa l'occasione di attribuirgli l'invenzione dell' algebra. Egli aveva scritto tredici libri d'aritmetica: i sei primi sono giunti sino a noi; tutti gli altri sono perduti, se però, un settimo, che trovasi in alcune edizioni di Diofanto, non gli appartiene. Questo settimo libro contiene varie dotte ricerche sulle proprietà dei numeri figurati.

Anno di C. 410.

L'autore ha avuto tra gli antichi molti interpreti, le cui opere sono la maggior parte perdute. Noi compiangiamo in questo numero il commentario della celebre Ippazia. I talenti, le virtù e le disgrazie di questa illustre vittima del fanatismo, hanno diritto agli omaggi della posterità, e noi non possiamo dispensarci dal pagarle questo tributo.

Il filosofo Teone, di lei padre, aveva preso tanta cura per istruirla, ed ella fece in poco tempo così grandi progressi, che fu eletta in età ancor tenera ad insegnare le Matematiche nella scuola d' Alessandria. Tutti gli storici convengono nel dire che alle grazie della figura, Ippazia accoppiava una rara modestia, costumi puri, ed una consumata prudenza. Questi vantaggi le fecero acquistare in Alessandria una grande considerazione, e soprattutto presso di Oreste, governatore di quella

città. Alcune miserabili dispute di teologìa avendo eccitato una crudele dissensione tra Oreste e San Cirillo; i monaci della fazione di San Cirillo eccitarono il popolo a massacrare Ippazia, rappresentandola l'autrice delle turbolenze pei consigli ch' ella dava al governatore. *Quest' azione*, dice Socrate l' istorico, *trasse un gran rimprovero addosso a Cirillo ed alla chiesa d' Alessandria, giacchè queste violenze sono totalmente aliene dal cristianesimo.* Fleury, uomo giusto e moderato (1), non dipinge con bastante energia tutto l' orrore che quest' abbominevole delitto doveva ispirargli.

CAPO II.

Origine e progresso della Geometria.

Si danno diverse origini più o meno antiche alla Geometria. La maggior parte degli autori la fanno nascere in Egitto. Tale è, per esempio, Erodoto, il primo che abbia cominciato a scrivere la storia in prosa; per-

Anno inn.C. 450.

(1) *Stor. Eccl. t.* 5 *in* 12. *p.* 144.

ciocchè, nella più rimota antichità la memoria de' principali avvenimenti passati non si conservava, tronca ed indebolita, che in alcune canzoni d'una rozza poesia; in seguito essa prese luogo e si confuse colle finzioni, ne' poemi d'Esiodo e d'Omero, dove tutto era sacrificato all' abbellimento del soggetto. Sentiamo il racconto che fa Erodoto di ciò ch'egli stesso aveva appreso a Tebe e Menfi sulla quistione di cui si tratta.

« Fui assicurato, dic' egli, che Sesostri « aveva diviso l'Egitto tra i suoi sudditi, ed « aveva dato ad ognuno egual porzione di « terra in quadrato, col carico di pagare « all'anno un proporzionale tributo. Se la « porzione d'alcuno era diminuita dal fiume, « egli andava a trovare il re, e gli esponeva « quanto era avvenuto nella sua terra. Allo-« ra il re mandava sul luogo e faceva misu-« rare il patrimonio, affine di sapere quanto « era diminuito, e di fargli pagare un tri-« buto a proporzione della terra che gli era « rimasta. Io credo, soggiunge Erodoto, che « in tal occasione abbia avuto origine la Geo-« metria, e sia passata quindi tra i Greci. »

Vi sono, come si scorge, in questo passo due oggetti distinti; il racconto d'una verificazione dipendente dalla Geometria, e

l' opinione particolare d' Erodoto su l'origine di questa scienza. Se, come suppongono parecchi cronologisti, Sesostri è lo stesso del re Sesac, che fece la guerra a Roboamo, figlio di Salomone, risulterebbe dall' opinione di Erodoto che l' origine della Geometria non ha preceduto l' era cristiana che di circa mille anni; ma essa può risalire molto più oltre, poichè la misura de' campi, ordinata da Sesostri, non solo non fissa, in modo preciso, l' origine della Geometria, ma sembra altresì indicare che questa scienza aveva già fatto alcuni progressi.

Se volessimo immergerci in frivole congetture, faremmo risalire l' origine della Geometria sino all' invenzione della riga, del compasso e della squadra, poichè essa fa il maggior uso di questi strumenti nella pratica; ma questa stessa ragione d' utilità deve far pensare ch' essi sieno stati trovati sino dall' origine della società, dal semplice bisogno, e senza l' aiuto d' alcuna teoria, allor quando si vollero costruire delle capanne o delle case. Limitandoci a cominciare questo compendio storico della Geometria dal tempo in cui essa prende, almeno per noi, il carattere d' una vera scienza, noi ci trasporte-

remo immediatamente nella Grecia, al secolo di Talete.

Anno in C. 640.

Sia che questo filosofo abbia appreso dagli Egiziani, o ch' egli stesso abbia loro insegnato il metodo di misurare l' altezza delle piramidi di Menfi per mezzo dell' estensione delle loro ombre, si rileva ch' egli era versato nella teoria e nella pratica della Geometria. Tutti gli antichi autori ce lo rappresentano difatti per un geometra dottissimo; a lui si attribuisce il primo uso della circonferenza del cerchio per la misura degli angoli. Certamente, egli aveva fatte molte altre scoperte geometriche, al presente perdute o confuse tra quelle che sono state raccolte e trasmesse alla posterità dagli autori elementari. Egli riuniva moltissime cognizioni in tutte le parti delle matematiche e della fisica, come abbiamo già osservato. Noi lo vedremo ricomparire con gloria nell' astronomia.

Il nome di Pitagora è immortale negli annali della Geometria, per la scoperta che fece dell' uguaglianza del quadrato dell' ipotenusa, nel triangolo rettangolo, alla somma de' quadrati degli altri due lati. Alcuni autori raccontano, che trasportato dal giubilo e dalla riconoscenza verso gli dei d' averlo così bene

ispirato, sagrificò loro cento bovi; ma si dura fatica a conciliare questa ecatombe colla fortuna limitata del filosofo, e molto più colle sue opinioni religiose sulla trasmigrazione delle anime. Checchè ne sia, giammai entusiasmo alcuno non fu meglio fondato. La proposizione di Pitagora tiene uno de' primi posti tra le verità geometriche, tanto per la singolarità del risultato, quanto ancora per la moltitudine e l'importanza delle sue applicazioni in tutte le parti delle matematiche. L'autore ne trasse da principio egli stesso questa conseguenza, che la diagonale del quadrato è incomensurabile col lato: essa fece parimente scoprire molte proprietà generali delle linee o de' numeri incommensurabili.

In quella lunga catena di filosofi greci, che si estende da Talete e Pitagora sino alla distruzione della scuola d'Alessandria, non ve ne ha quasi alcuno che non abbia coltivato le matematiche. L'astronomia è, in generale, la scienza nella quale si sono più occupati; ma i più celebri tra loro si sono applicati alla geometria, come alla scienza principale, senza cui tutte le altre rimanevano senza vita e senza moto. Le proposizioni che formano il corpo di ciò che presensentemente chiamiamo *Geometria elementare*,

sono, quasi tutte, d'invenzione de' filosofi greci.

Anno inn. C. 480. Uno de' più antichi di questi geometri che si citano dopo Talete e Pitagora, si è Enopide di Chio, autore di alcuni problemi semplicissimi, come di abbassare da un punto dato una perpendicolare sopra una linea, di fare un angolo eguale ad un altro, di dividere un angolo in due parti eguali, ec. Zenodoro, suo contemporaneo, ed il primo degli antichi di cui ci rimanga uno scritto geometrico, conservato da Teone, nel suo commentario sopra Tolomeo, si sollevò più in alto: egli fece vedere la falsità del pregiudizio in cui si era allora, che le figure di contorni eguali dovevano avere superficie eguali. Questa dimostrazione non era facile a trovarsi, e prova che la geometria faceva allora de' progressi notabili. L'ingegnosa teoria dei corpi regolari prese origine, verso il medesimo tempo, nella scuola pitagorica.

Anno inn. C. 430. Ipocrate di Chio si distinse per la quadratura delle famose *lunule* del cerchio che portano il suo nome. Avendo descritto sopra i tre lati d'un triangolo rettangolo isoscele, come diametri, tre semicerchi situati dalla medesima parte, osservò che la somma delle due lunule eguali, comprese tra i due qua-

dranti, corrispondenti all' ipotenusa, e le semi-circonferenze corrispondenti ai due altri lati del triangolo, era eguale in superficie a questo triangolo: primo esempio d' uno spazio curvilineo uguale ad uno spazio rettilineo, rinnovato per altre quadrature più ricercate e più difficili, a misura che la geometria si è perfezionata.

Le cognizioni d'Ipocrate di Chio in geometria erano molto estese. Egli aveva scritto degli elementi di geometria stimati al suo tempo, ma che altre opere dello stesso genere, ed in particolare quelle d' Euclide hanno fatto perdere e dimenticare. Egli comparve con onore nella lizza de' geometri che tentarono di risolvere il famoso problema della duplicazione del cubo, nel quale si cominciò allora ad occuparsi con ardore.

Problema della duplicazione del cubo.

Egli è noto che questo problema aveva per oggetto di costruire un cubo doppio d'un dato cubo, non già in lato, il che non poteva fare un quesito; nemmeno in superficie, il che era già facile per la geometria di quel tempo; ma in solidità, o in peso, supponendo che i due cubi fossero fatti colla stessa ma-

teria omogenea. Si doveva risolverlo, senza adoperare altri strumenti che la riga ed il compasso; perciocchè, nell' antica geometria, non si riguardavano per geometriche, se non che le operazioni eseguite con questi due istrumenti: quelle che ne esigevano alcuni differenti, erano chiamate *meccaniche*.

Secondo un' antica tradizione diffusa nella Grecia, una pubblica disgrazia, dove era interessata la religione, diede origine a questa ricerca. Si diceva che Apollo, per vendicarsi d'un' offesa che aveva ricevuta dagli Ateniesi, avendo suscitato tra loro una peste orribile, l' oracolo del tempio di Delo, consultato sui mezzi di pacificare la sua collera, rispose: *raddoppiate l' altare*. L' oracolo denotava in tal guisa un altare di forma esattamente cubica, che Apollo aveva in Atene. Immantinente il problema è proposto a tutti i geometri della Grecia. I sacerdoti, che giammai non si dimenticano di se stessi, vi aggiungevano una condizione che presentavano come un dovere religioso, ma che fortunatamente non accresceva le difficoltà geometriche: essi domandavano che la materia del nuovo altare fosse d'oro. Il quesito dapprima sembrò facile; ma nacque ben presto il disinganno, e tutta la sagacità dei

geometri greci andò a rompersi contro questo scoglio.

Esaminando il problema sotto tutti gli aspetti, si accorsero, e questa scoperta è attribuita ad Ipocrate di Chio, che se si fossero potute inserire due linee medie proporzionali geometriche tra il lato del cubo dato ed il doppio di questo lato, la prima di queste due linee sarebbe il lato del cubo ricercato. Questo nuovo punto di vista fece rinascere per un momento la speranza di trovare la soluzione colla riga e col compasso; ma la difficoltà non era, per così dire, che travestita; essa aveva soltanto cangiato di forma: non si potè quindi superarla, ed i geometri già alquanto stanchi de' tormenti che questo problema aveva loro cagionato, lo lasciarono dormire per qualche tempo.

Nondimeno la geometria faceva continui progressi. Platone la coltivò con impegno, e si rese molto profondo. Non abbiamo, per verità, alcun' opera sua particolare sopra questa scienza; ma si rileva, da diversi tratti sparsi negli altri suoi scritti, ch' egli la possedeva, e gli antichi storici ci hanno trasmesso i risultati di molte scoperte colle quali fu da lui arricchita. Egli la metteva nel primo posto delle umane cognizioni, e ne faceva il

principal oggetto delle istruzioni che dava ai suoi discepoli: aveva scritto sulla porta della sua scuola: *nessuno qua entri se non è geometra*. Il problema della duplicazione del cubo non poteva a meno di non fissare la sua attenzione. Avendo tentato in vano di risolverlo colla riga e col compasso, inventò, per trovare le due medie proporzionali, un istrumento composto di due righe, una delle quali si scosta parallelamente dall' altra, scorrendo tra le scanalature di due ascendenti perpendicolari alla prima; ma questa soluzione era del genere meccanico; e non soddisfaceva al voto de' geometri.

Egli fu più fortunato in un' altra speculazione d' una specie assolutamente nuova. Prima di lui, il cerchio era la sola curva che considerava la geometria: egli v' introdusse la teoria delle sezioni coniche, ossia di quelle famose curve che si formano sopra la superficie d' un cono segato in diverse parti per mezzo di piani. Esaminando attentamente la generazione di queste curve, ne scoprì molte proprietà. Queste prime nozioni, diffuse nella sua scuola, vi germogliarono con rapidità. I suoi principali discepoli o amici, Aristeo, Eudosso, Menecmo, Dinostrate, ec. penetrarono molto innanzi in questo ramo della geometria. Ben presto ella si estese al segno di

formare una classse separata, d'un ordine più rilevato che la geometria ordinaria; si chiamò quindi la *geometria trascendente*: si compresero in seguito, sotto la medesima denominazione, alcune altre curve antiche, che avrò occasione di far conoscere.

Aristeo aveva composto, sopra le sezioni coniche, cinque libri, di cui gli antichi hanno parlato coi maggiori elogi; disgraziatamente essi non sono giunti fino a noi. Ci rimangono di Menecmo due dotte applicazioni della medesima teoria al problema della duplicazione del cubo. Le proprietà delle sezioni coniche e quelle delle progressioni geometriche, gli fecero osservare che costruendo, dietro le condizioni del problema, due sezioni coniche che si tagliassero, le due ordinate corrispondenti al punto d'intersezione potrebbero rappresentare le due medie proporzionali. Quindi ottenne due soluzioni: nella prima Menecmo costruisce due parabole che hanno un vertice comune, i loro assi perpendicolari tra loro, e per parametri rispettivi il lato del cubo dato, ed il doppio di questo lato: allora, le due ordinate tirate al punto d'intersezione delle due curve, sono le due medie proporzionali cercate. La seconda soluzione procede per mez-

zo dell' intersezione d' una parabola e d' una iperbola equilatera tra i suoi asintoti: la parabola ha per parametro il lato del cubo dato, o il doppio di questo lato; il suo vertice è il centro, ed il suo asse è uno degli asintoti dell' iperbola equilatera; la potenza dell' iperbola è il prodotto del lato del cubo dato, nel doppio di questo lato. Finalmente, le ordinate delle due curve, condotte al punto d' intersezione, sono le due medie proporzionali domandate. I lettori un poco versati nella Geometria troveranno senza difficoltà le dimostrazioni di questi teoremi.

Da ciò si comprende che se noi possedessimo il mezzo di descrivere le sezioni coniche con un moto continuo, e in un modo egualmente semplice con cui si descrive il cerchio col compasso, le soluzioni di Menecmo avrebbero tutto il vantaggio delle costruzioni geometriche, nel senso che gli antichi davano a questa espressione: ma non esiste alcun istrumento per descrivere in tal modo le sezioni coniche. Queste soluzioni non soddisfano quindi, nella pratica, all' oggetto desiderato; ma esse sono perfette nella teoria, e debbono riguardarsi come uno sforzo di genio e d' invenzione. Si è trovato in seguito che si poteva giugnere al medesi-

mo fine coll'intersezione d'un cerchio e d'una parabola; semplificazione facile del problema, che nulla toglie alla gloria di Menecmo.

La scoperta di Menecmo conduce ai luoghi geometrici.

Questa scoperta è tanto più notabile, in quanto che è stata la sorgente della celebre teoria de' *luoghi geometrici*, di cui i geometri antichi e moderni hanno fatto tante importanti applicazioni. Aggiungiamo che il metodo di Menecmo rinchiude altresì il germe dell' analisi geometrica, ossia di quell' arte per la quale, riguardando un problema come risoluto, e trattando indifferentemente le quantità incognite come le quantità cognite, si giugne da ragionamento in ragionamento, da conseguenza in conseguenza, ad un' espressione che è, per così dire, la traduzione geometrica di tutte le condizioni del problema. Quest' arte non è già l'algebra; ma l'algebra le presta possenti soccorsi, ed a questo riguardo i moderni hanno un grande vantaggio sopra gli antichi, benchè questi fossero versati nell' analisi geometrica dietro le soluzioni di Menecmo.

Problema della trisezione dell' angolo.

Il problema della trisezione dell' angolo, che è della stessa natura di quello della duplicazione del cubo, fu parimente agitato nella scuola di Platone. Senza poter giugnere a costruirlo colla riga e col compasso, fu almeno ridotto ad una proposizione semplicissima e curiosissima; essa consiste nel condurre da un punto dato sopra la semi-circonferenza del cerchio, una linea retta che vada a tagliare la semi-circonferenza ed il prolungamento del diametro che le serve di base, in modo che la parte di quella linea, compresa tra i due punti d'intersezione, sia eguale al raggio: risultato che dà luogo a diverse facili costruzioni. Si applicano altresì a questo problema le intersezioni delle sezioni coniche, come aveva fatto Menecmo per quello della duplicazione del cubo.

Secondo i metodi moderni, questi due problemi conducono l'uno e l'altro ad equazioni del terzo grado, con questa differenza che l'equazione relativa alla duplicazione del cubo non ha che una sola radice reale, e quella della trisezione dell'angolo ha le sue tre radici reali.

La maggior parte degli antichi geometri erano talmente preoccupati dalla speranza di risolvere questi problemi colla riga e col compasso, che non potevano determinarsi a rinunziarvi. Essi fecero a questo proposito molti tentativi infruttuosi. Questo furore divenne una specie di malattia epidemica, che si è trasmessa di secolo in secolo fino a' nostri giorni: essa doveva cessare, e cessò difatti per coloro che seguirono il progresso delle Matematiche, allorchè ne' tempi moderni si cominciò ad applicare l'algebra alla geometria. Presentemente, il male è incurabile per coloro che imprendono siffatte questioni colle armi degli antichi, perchè non essendo istrutti nelle scienze attuali, non esiste alcun mezzo per guarirli.

Quantunque gli antichi geometri di cui ho parlato non abbiano conseguito il loro scopo principale, le loro ricerche sono però state utili per altri riguardi; esse hanno arricchito la geometria di nuove teorie, e di parecchi strumenti ingegnosi per risolvere i due problemi di cui trattasi, in un modo approssimato e più che sufficiente nella pratica. La maggior parte di questi metodi sono perduti. Abbiamo quelli di quattro illustri geometri, Dinostrate, Nicomede, Pappo

e Diocle, i quali meritano che se ne faccia onorevole menzione. Il primo era della scuola di Platone, contemporaneo di Menecmo, di cui si crede ancora che fosse fratello; gli altri hanno fiorito nella scuola d'Alessandria.

Quadratrice di Dinostrato.

Dinostrato immaginò una curva che avrebbe avuto il doppio vantaggio di dare la trisezione o la moltiplicazione dell'angolo, e la quadratura del cerchio (donde le è venuto il nome di *quadratrice*), se si fosse potuto descriverla per mezzo d'un moto continuo colla riga e col compasso. Essa è formata dall'intersezione dei raggi d'un quadrante, con una riga che si fa muovere uniformemente e parallelamente ad uno de' raggi estremi del quadrante; ma essa è nel numero delle curve meccaniche, e non soddisfa a rigore nè all'uno nè all'altro degli oggetti ai quali era destinata.

Concoide di Nicomede.

Anno av. G. C. 250.

La concoide di Nicomede è una curva geometrica che si applica egualmente ai due problemi: essa si costruisce in generale fis-

sando una riga sopra la tavola, e facendo girare, intorno ad uno de' suoi punti, un'altra riga fornita di due stili, che si tengono sempre egualmente lontani l'uno dall'altro: il primo stile percorre la riga fissa; il secondo descrive la curva. Questo meccanismo è suscettibile di molte varietà. La posizione dell'asse polare e la distanza de' due stili mobili, si determinano dietro le condizioni di quello de' due problemi che si vuole risolvere. Newton, in un appendice alla sua *Aritmetica*, fa il più grande elogio dell'invenzione di Nicomede; egli ne preferisce l'uso per la costruzione geometrica delle equazioni determinate del terzo e quarto grado, ai mezzi tratti dalle intersezioni delle sezioni coniche.

Anno di C. 450.

Pappo, nelle sue *Collezioni Matematiche*, propone un metodo ingegnoso per trovare le due medie proporzionali nel problema della duplicazione, o in generale della moltiplicazione del cubo (1). Colle due linee estreme, forma i due lati d'un triangolo rettangolo; dal vertice dell'angolo retto, col lato maggiore per raggio, descrive un semi-cerchio

---

(1) *Lib.* 8, *prop.* 11.

che ha conseguentemente per diametro il doppio di questo lato; conduce dalle due estremità del diametro due linee rette indefinite; una delle quali ha la medesima direzione dell' ipotenusa; l'altra va a tagliare quella prolungata, il lato minore del triangolo, altresì prolungato, e la semi-circonferenza; egli fa in modo che di questi tre punti d'intersezione, quello di mezzo sia situato ad uguale distanza dagli altri due. Allora la distanza di questo medesimo punto medio dal centro, è la maggiore delle due medie proporzionali domandate.

Cissoide di Diocle.

Anno di C. 460.

Si scorge che questo metodo suppone un tentativo soggetto a qualche incertezza. Diocle lo perfezionò per mezzo della curva *cissoide*, che porta il suo nome. Questa curva si costruisce descrivendo un semi-cerchio sopra il doppio della maggiore linea estrema, come diametro; innalzando ad una delle estremità del diametro una perpendicolare indefinita che serve di direttrice, conducendo dall' altra estremità un' infinità di linee trasversali che vadano a tagliare la semi-circonferenza e la direttrice, e prendendo sopra ciascuna tra-

versale un punto tale che la sua distanza dall' origine sia eguale alla parte compresa tra la semi-circonferenza e la direttrice: la serie di questi punti forma la cissoide. In seguito si costruisce il triangolo di Pappo, e la cissoide va a tagliare il prolungamento dell' ipotenusa in un punto per cui deve passare la trasversale che determina, sul prolungamento del minor lato del triangolo, il punto medio di Pappo.

Ritorno donde sono partito, e ripiglio il compendio storico della Geometria, un poco dopo Platone.

A misura che questa scienza s'arricchiva, si vedevano comparire di tempo in tempo de' trattati particolari, ne' quali tutte le proposizioni conosciute erano riunite e disposte secondo un ordine metodico. Tale è l'oggetto che Euclide, geometra della scuola d'Alessandria, si è proposto ne' suoi famosi *Elementi*. Quest' opera è divisa in quindici libri, undici de' quali appartengono alla Geometria pura; gli altri quattro trattano delle proporzioni in generale, e de' principali caratteri de' numeri commensurabili ed incommensurabili. Sebbene la teoria delle sezioni coniche fosse già avanzata al tempo in cui Euclide ha scritto, egli tuttavia non ne ha parlato, non avendo allora

Anno inn C. 280.

per oggetto che la Geometria elementare; ma si rileva da' suoi *data*, e da alcuni frammenti d'altre opere, ch' egli era versatissimo in questa teoria.

Giammai alcun libro di scienza non ha avuto un successo paragonabile a quello degli elementi d'Euclide. Essi sono stati insegnati esclusivamente, per più secoli, in tutte le scuole di Matematica, tradotti e commentati in tutte le lingue: prova certa della loro eccellenza.

Rigore scrupoloso degli antichi nelle loro dimostrazioni.

Gli antichi geometri si studiavano di usare tutto il rigore possibile nelle loro dimostrazioni. Da pochi assiomi, o proposizioni evidenti per se stesse, deducevano in un modo incontrastabile la verità delle proposizioni secondarie che volevano stabilire, senza permettersi alcuna di quelle supposizioni un po' libere, che impiegano talvolta i moderni per semplificare i ragionamenti e le conseguenze. Uno de' loro grandi principj era la riduzione all' assurdo: concludevano che due rapporti dovevano essere uguali, quando avevano provato che dalla non eguaglianza risultasse che

uno fosse nel medesimo tempo maggiore e minore dell' altro; il che implica contraddizione. Si doveva egli, per esempio, dimostrare che le circonferenze di due cerchi sono come i loro diametri? eglino avrebbero creduto di peccare contro il rigore geometrico, se, dopo avere provato che i contorni di due poligoni regolari simili, inscritti in due cerchi, sono sempre come i diametri, qualunque sia il numero dei lati de' poligoni, avessero finito col confondere le circonferenze ed i contorni de' due poligoni, e quindi ancora i due rapporti, moltiplicando all' infinito il numero de' lati dei due poligoni. Il loro cammino era più stretto. Cominciavano dallo stabilire che suddividendo continuamente in due parti eguali ciascuno degli archi sostenuti dai lati de' poligoni, i contorni de' nuovi poligoni, sempre proporzionali ai diametri, si accostavano continuamente alle circonferenze sino a non differirne finalmente che di quantità inassegnabili: in seguito facevano vedere che non si poteva supporre, senza cadere in assurdità, che il rapporto delle due circonferenze fosse maggiore o minore di quello de' contorni dei due ultimi poligoni rettilinei, ossia dei diametri; donde concludevano che questi due rapporti erano i medesimi.

Epoca della maggior gloria dell' antica Geometria.

Il secolo d'Archimede e d'Apollonio è stato il tempo più brillante dell' antica geometria. Dopo questi due uomini grandi, non s'incontra più alcun geometra del primo ordine nel periodo di cui ragioniamo; ma ve ne sono parecchi altri che hanno nondimeno arricchita la geometria di scoperte o di teorie interessanti, e che perciò meritano la stima e la riconoscenza della posterità.

Trigonometria rettilinea.

Sembra che i grandi inventori, troppo dati per avventura alle speculazioni astratte e teoriche della geometria, riputassero di poca importanza le applicazioni che se ne potevano fare alla pratica. Tale è, certamente, la cagione che ha fatto cadere nell' oblio la prima origine della trigonometria, ossia di quel ramo della geometria per cui trovasi la relazione tra i lati e gli angoli d'un triangolo. Essa offre nondimeno de' problemi curiosi che hanno dovuto naturalmente eccitare le ricerche de' primi. Per esempio, si poteva

desiderare o aver bisogno di conoscere la larghezza d'un gran fiume, senza essere obbligato o senza avere i mezzi di misurarla immediatamente; si voleva sapere la distanza delle sommità di due montagne separate da precipizj; così di molti altri quesiti dello stesso genere: ora, si giugne a risolvere tutti questi problemi colla formazione d'un triangolo che abbia per uno de' suoi elementi la quantità ricercata, e nel quale si conoscano tre delle sei cose (tre lati e tre angoli) che lo compongono, con questa condizione che fra le tre cose cognite, vi sia un lato che si possa misurare immediatamente, o concludere da un' altra distanza già nota. Di qui si scorge che i principj della trigonometria rettilinea sono molto semplici. Vi sono degli indizj che gli Egiziani non gli ignorassero; egli è certo ch' essi erano familiari ai Greci. Oltre il loro uso per la misura delle distanze terrestri, s'applicavano ancora a molti problemi d'astronomia.

Trigonometria sferica:

Da questa considerazione de' triangoli rettilinei, si sollevarono i geometri ad una teoria simile sopra i triangoli sferici, cioè a di-

re, sopra i triangoli formati da tre archi di cerchi massimi d'una sfera, che si tagliano: teoria specialmente utile, ed in qualche modo indispensabile nell' astronomia. Essa è un poco complicata, poichè bisogna andar a cogliere in uno spazio esteso secondo le tre dimensioni, i rapporti de' lati e degli angoli d' un triangolo, i cui tre lati sono archi di cerchio. Quindi l' origine della trigonometria sferica è venuta più tardi. Non v' ha alcuna ragione onde credere ch' essa avesse fatto dei progressi, di una qualche considerazione almeno, prima di Menecmo, che viveva verso l' anno 55 dell' era cristiana, e ch' era ad un tempo stesso abile geometra e grande astronomo. Egli aveva scritto un trattato delle *Corde* che si è perduto; abbiamo il suo trattato de' *triangoli sferici*, opera dotta, nella quale trovasi la formazione di questi triangoli, ed il metodo trigonometrico per risolverli nel maggior numero de' casi necessarj alla pratica dell' antica astronomia.

Prospettiva.

Esiste un' altra teoria geometrica, la prospettiva, sopra la quale nasce il dubbio se sia stata conosciuta dagli antichi. In quanto

a me, io non veggo che ciò possa formare una quistione riguardo alla prospettiva *lineare*; perciocchè questa scienza, se pur le conviene questo nome particolare, altro non è che un' applicazione semplicissima e facilissima della teoria de' triangoli simili. Di fatti, essa si riduce a rappresentare sopra un piano, o sopra una data superficie, un oggetto quale comparisce allorchè sia veduto da un dato punto; ovvero in linguaggio geometrico, a proiettare sopra una data superficie le parti d'un oggetto con linee condotte da un punto fisso e dato a tutti i punti dell' oggetto medesimo. Ora, un tal problema non è egli contenuto più che virtualmente negli elementi d'Euclide, senza contare ch' esso per avventura è stato risoluto, in un modo esplicito, in qualche opera che non è a noi pervenuta? Se alcuno però non fosse soddisfatto di questa prova di diritto, ne produrrò una di fatto, tratta da Vitruvio. Il passo (1) in cui essa si trova non è stato tradotto in una maniera perfettamente conforme al senso da Claudio Perraut, e non possiamo dispensarci dall' adottare a preferenza la traduzione seguente data dal sig. Jalabert (2).

---

(1) *Libr.* VII, *pref.*

(2) *Mem. dell' Acc. delle bell. lett. t.* XXIII, *pag.* 341.

« Agatarco, nel tempo che Eschilo rappre-
« sentava delle tragedie in Atene, fu il primo
« a fare le decorazioni del teatro . . . . . A di
« lui esempio, Democrito ed Anassagora scris-
« sero sopra questo a gomento, come avendo
« posto un punto in un dato luogo rappor-
« to all' occhio ed ai raggi visuali, vi si fan-
« no corrispondere certe linee proporzionali
« alle distanze naturali, di modo che d'una
« cosa occulta, o che si durerebbe fatica ad
« indovinare, ne risultano delle immagini ras-
« somiglianti agli oggetti, tali, per esempio,
« che rappresentino degli edifizj sul teatro,
« le quali, benchè dipinte sopra una super-
« ficie piana, appariscono sporgenti in fuori ».
Ecco, per quanto mi pare, ben contrasse-
gnata la propettiva lineare.

La quistione non è così facile da risol-
versi rapporto alla prospettiva aerea, che di-
pende dall' opposizione e degradazione dei
colori. Alcuni moderni pretendono che gli
antichi non ne avessero che nozioni imperfet-
te, fondate sopra una specie di pratica; ma
confesso d' essere molto colpito dalle ragioni
recate dal conte di Caylus per istabilire l'opi-
nione contraria. Si esamini seriamente il pas-
so seguente, estratto dalla dissertazione ove

questo dotto critico discute la materia (1).
« La pittura antica, almeno la più perfetta e
« la più terminata, non esiste più per con-
« vincerci del grado al quale gli antichi han-
« no portato la prospettiva. Egli è certo che
« nel secolo stesso d'Augusto i quadri di
« Zeusi, di Protogene e degli altri gran pit-
« tori della bella età della Grecia, si di-
« stinguevano appena, tanto i colori n'erano
« *svaporati*, cancellati, ed il legno tarlato;
« giacchè i quadri portatili non erano dipinti
« sopra veruna altra materia, almeno non lo
« sappiamo da alcuno storico. Che ci rimane
« adunque presentemente per istabilire il no-
« stro giudizio, tanto per attaccare, quanto
« per difendere? Alcune pitture sopra la mu-
« raglia, che siamo ben fortunati di ave-
« re, ma che il nostro gusto per l'antico non
« ci deve far ammirare egualmente. Comun-
« que belle possan essere sotto alcuni riguar-
« di, egli è certo che non si possono para-
« gonare a quegli eccellenti quadri di cui gli
« antichi autori hanno fatto sì grandi elogj, di
« cui parlavano a quelli ancora che seco loro

---

(1) *Mem. dell' Acc. delle bell. lett. t. XXIII*, *pag.* 323.

« li ammiravano, a quelli che conoscevano
« tutto il merito di que' capi d'opera di scol-
« tura, sui quali questi autori non possono
« cadere in sospetto di prevenzione, poichè
« noi ne giudichiamo, gli ammiriamo conti-
« nuamente, e sappiamo in fine ch'essi era-
« no del pari adoperati nelle decorazioni de'
« tempj, come degli altri luoghi pubblici.
« Queste arti si accompagnano; lo dirò con-
« tinuamente, ed aggiungerò ch'egli è fisi-
« camente impossibile che una (la scoltura)
« fosse elegante e sublime, mentre l'altra
« (la pittura) fosse stata ridotta ad un pun-
« to di goffaggine e d'imperfezione, come sa-
« rebbe di fatti una pittura senza rilievo,
« senza digradamento, e finalmente senza ciò
« che chiamasi intelligenza dell' armonia. «

Se scrivessi una storia dettagliata delle matematiche, potrei fare un esteso catalogo de' geometri che hanno fiorito dal tempo d'Archimede sino alla distruzione della scuola d'Alessandria. Citerei Conone e Dositeo, entrambi amici d'Archimede, e l'uno e l'altro dottissimi; Gemino, matematico di Rodi, che aveva scritta un' opera intitolata: *Enarrationes geometriae*, ec.; ma io mi limiterò ad esporre qui rapidamente sotto gli occhi del lettore quelli di cui ci rimangono al-

ha reso importanti servigi alle scienze; incoraggiava quelli che vi si applicavano, col suo esempio, colle istruzioni e co' beneficj: egli ha lasciato sul primo libro d'Euclide un commentario che contiene osservazioni curiose intorno la storia e la metafisica della Geometria.

Egli ebbe per successore Marino, autore d'una prefazione o introduzione ai *dati* d'Euclide, la quale d'ordinario è stampata alla testa di quest' opera.

Non abbiamo opera veruna d'Isidoro di Mileto, discepolo di Proclo; ma noi lo citiamo, perchè viene rappresentato come uomo dottissimo nella Geometria e Meccanica, e perchè fu adoperato per la costruzione del tempio di s. Sofia a Costantinopoli, sotto l'imperator Giustiniano, con Antemio, di cui ci rimane un prezioso frammento, sul quale mi estenderò un poco nel seguito, quando parlerò degli specchi ustorj d'Archimede.

Anno di C. 530.

Si cita ancora tra gli antichi geometri, Jerone *il giovane*, così nominato per distinguerlo da Jerone d'Alessandria, di cui si parlerà all'articolo dell'idrostatica. La sua Geodesia, opera d'altronde poco importante, contiene il metodo di trovare l'area d'un triangolo per mezzo de' tre lati, ma senza di-

Anno di C. 600.

mostrazione. Credesi che questa proposizione sia il lavoro di qualche matematico anteriore e più profondo.

Egli è inutile di riempire questo compendio storico de'nomi d'alcuni geometri che hanno potuto esser utili all'istruzione de'loro contemporanei, ma che, non avendo contribuito, almeno in modo sensibile, ai progressi della scienza, non meritano di fermare gli sguardi della posterità.

CAPO III.

Origine e progresso della Meccanica.

Gli antichi avevano portato la parte organica degli *ingegni*, o *istrumenti meccanici*, ad un punto d'industria e di perfezione tanto più sorprendente, quanto che non ne hanno conosciuto che assai tardi i principj teorici. Vitruvio, nel suo decimo libro, fa l'enumerazione di diverse macchine ingegnosissime e che fin d'allora erano in uso da un tempo immemorabile. Vi si rileva che, per alzare o trasportare massi pesanti, adoperavano la maggior parte de'mezzi di cui ci serviamo ancora presentemente: tali sono gli argani, le taglie, le grue, i piani inclinati, ec. Le

difficoltà facevano nascere le risorse. Per esempio, allorchè l'architetto *Ctesifonte*, incaricato della costruzione del tempio d'Efeso (1) ebbe fatto tagliare nella petriera stessa le colonne che dovevano sostenere o adornare quest'immenso edifizio, e che si trattò di trasportarle ad Efeso, s'accorse che ponendole sopra un carro ordinario, il loro peso enorme, farebbe affondare le ruote nella terra, e renderebbe il moto impossibile: quindi egli ricorse ad un altro mezzo molto semplice; sigillò ne' centri delle basi opposte d'una colonna, due forti caviglie di ferro che s'incassavano in due lunghi pezzi di legno uniti insieme con una traversa. Allora alcuni bovi attaccati a questa specie di telaio, fecero girare facilmente la colonna. Con simile meccanica noi spianiamo le nostre terrazze, i giardini, ec. Parimente Metagene, figlio di *Ctesifonte*, e continuatore del tempio d'Efeso, avendo da fare trasportare ad Efeso le pietre che dovevano formare gli architravi del tem-

(1) *Non si conosce la data della costruzione del tempio d'Efeso: si sa che fu bruciato da Erostrato la notte che Alessandro venne alla luce, nell'anno 336 avanti G. C.*

pio, incastrò queste pietre tra due ruote che avevano dodici piedi di diametro, e che, per la loro vicinanza, non formavano, per così dire, che un medesimo cilindro.

Potrei citare molti altri esempj del genio degli antichi nella meccanica pratica; la sola arte militare me ne somministrerebbe molti: si sa che colle loro catapulte, coi loro *scorpioni*, colle loro baliste, ec. producevano una parte di que' terribili effetti che l'invenzione della polvere non ha che troppo facilitati per l'infelicità degli uomini.

Anno in.C. 320.

Gli antichi non sono stati così fortunati nella teoria della meccanica. Si rileva, da alcuni scritti d'Aristotile, che questo filosofo, ed a maggior ragione tutti i suoi predecessori, non avevano che nozioni confuse od anche false sopra la natura dell'equilibrio e del moto, *Statica, o teoria dell'equilibrio*.

La vera teoria dell'equilibrio delle macchine non risale più oltre del tempo d'Archimede, ed a questo grande geometra ne sono dovuti gli elementi. Nel suo libro *de AEquiponderandibus*, egli considera una bilancia sostenuta da un appoggio, e portante un peso in ciaschedun bacino: prendendo per base che quando le due braccia della bilancia sono

eguali, i due pesi supposti in equilibrio, sono altresì necessariamente eguali, fa vedere in seguito che se uno de' bracci viene ad aumentarsi, il peso che vi è applicato deve diminuirsi nella medesima ragione. Laonde conclude in generale che due pesi sospesi a braccia disuguali d' una bilancia ed in equilibrio, debbono essere reciprocamente proporzionali alle braccia della bilancia. Questo principio contiene, come è noto, tutta la teoria dell' equilibrio della leva, e delle macchine che ad essa si riferiscono. Archimede avendo inoltre osservato che i due pesi producono sull' appoggio della bilancia la medesima pressione come se vi fossero immediatamente applicati, fece col pensiero questa sostituzione, e combinando la somma de' due pesi con un terzo peso, giunse alla medesima conclusione coll' aggregato dei tre come con quello de' due primi; così di seguito. Quindi egli dimostrò di mano in mano che esiste, in ogni sistema di piccoli corpi, o in qualunque corpo grande riguardato come un tale sistema, un centro generale di sforzo che appellasi *centro di gravità*. Egli applica questa teoria ad alcuni esempj: determina la posizione del centro di gravità nel parallelogrammo, nel triangolo, nel trapezio rettilineo

ordinario, nell' area della parabola, nel trapezio parabolico, ec.

A lui si attribuisce ancora la teoria del piano inclinato, della carrucola e della vite. Egli aveva immaginato molte macchine composte; ma trascurò di descriverle, e non ne rimane, per così dire, che la fama.

Si può giudicare dello stato in cui era allora la teoria della Meccanica, dal profondo stupore che eccitò nell' animo del re Jerone, suo parente, quando gli disse che con un punto fisso solleverebbe il globo della terra: *Da mihi ubi consistam, et terram commovebo* (1). Questa proposizione non è per altro che una conseguenza assai semplice dell' equilibrio della leva: allungando uno de' bracci, o diminuendo a proporzione il peso applicato alla sua estremità, si può far equilibrio con un peso qualunque applicato al braccio più corto.

Se Archimede non fosse stato che il primo geometra del suo secolo, avrebbe potuto, con questo gran titolo di gloria in mano, vivere e morire nell' oscurità: egli acquistò la più alta considerazione per le sue macchine. Tale è la bussola, che dirige la stima del

---

(1) *Pappo l.* 8. *prop.* x.

volgo, cioè a dire, della pressochè totalità degli uomini. Incapace di apprezzare le speculazioni del genio, la multitudine ammira l'uomo che colpisce i suoi sensi e la sua immaginazione con ispettacoli nuovi e straordinarj. Archimede era ben lontano dal dare il medesimo valore alle sue invenzioni meccaniche. Ascoltiamo a questo proposito Plutarco nella vita di Marcello. Dopo aver narrato che nell' assedio di Siracusa un ingegnere romano, per nome *Appio*, faceva giuocare molte grandi macchine per rovesciare le mura della città, egli continua così, secondo la traduzione d' Amiot: « Archimede non si pigliava di ciò alcuna cura; « come ancora ciò era un nulla in confronto « degl' ingegni che aveva inventati: non già « ch' egli ne facesse alcun caso o conto, nè « che li avesse fatti come capi d' opera per « mostrare il suo ingegno; giacchè erano, per « la maggior parte, giuochi della Geometria « che egli aveva fatti per modo di pas« satempo, ad istanza del re Jerone, il « quale lo aveva pregato di richiamare per « un poco la Geometria dalla speculazione « delle cose intellettuali all' azione delle cor« poree e sensibili, e fare che la ragione « dimostrativa fosse un po' più evidente e più

« facile a comprendersi dalla comune del po-
« polo, coll' applicarla con materiale espe-
« rienza alla pubblica utilità ». In seguito di
questo passo, Plutarco fa la storia del lungo
ritardo che le macchine d' Archimede reca-
rono alla presa di Siracusa; quindi prosie-
gue in tal modo: « E nondimeno Archime-
« de ha avuto il cuore sì magnanimo e l'in-
« telletto sì profondo, ed in cui v' era un
« tesoro nascosto di tante invenzioni geome-
« triche, ch' egli non si degnò mai di lascia-
« re in iscritto alcun' opera sopra il modo
« di dirigere tutte queste macchine di guer-
« ra, per le quali acquistò allora gloria e fa-
« ma, non di scienza umana, ma piuttosto
« di divina sapienza: quindi, riputando tutta
« quella scienza d'inventare e comporre mac-
« chine, e generalmente ogni arte che reca
« qualche utilità a porla in uso, siccome
« vile, bassa e mercenaria, egli occupò il
« suo ingegno ed il suo studio a scrivere sol-
« tanto cose, la cui bellezza e sottigliezza non
« fosse in verun modo voluta dalla necessità;
« perciocchè le cose ch' egli ha scritte, sono
« proposizioni geometriche che non ammet-
« tono confronto con alcun' altra cosa, giac-
« chè l' argomento che trattano combatte col-
« la dimostrazione, dando loro il soggetto,

« la bellezza e la grandezza ; e la dimostra-
« zione, una prova tanto squisita che non vi
« ha di che ridire, con una forza e facilità
« maravigliosa : laddove non si saprebbero
« trovare in tutta la Geometria materie più
« difficili e più profonde, scritte con termini
« più semplici e più chiari, e con principj
« facili, come sono quelle ch' egli ha inven-
« tate ».

Il giudizio pronunziato da Archimede intorno alla geometria del suo tempo, lo avrebbe del pari pronunziato intorno alle grandi scoperte moderne nella geometria e meccanica razionale. Tutte queste cognizioni occupano incontrastabilmente il primo posto nell' impero delle scienze. Non è permesso di collocare nella medesima linea la meccanica pratica, poichè un uomo che era nel tempo stesso gran geometra e grande macchinista, ce lo vieta in un modo così positivo ; nondimeno, essa richiede qualche volta molte indagini e molta sagacità : e certamente un macchinista del prim' ordine, come Vaucanson, è un uomo più raro, e merita più stima d' un geometra puramente dotto e privo dello spirito d' invenzione.

Altro non rimaneva, per compire la statica, che di sviluppare e generalizzare i prin-

cipj che Archimede aveva dati per l'equilibrio della leva. Non si può dubitare che non avrebbe egli medesimo esteso lo spirito di questi principj alle numerose macchine che aveva immaginate, e delle quali non ha voluto lasciarne la descrizione: i suoi successori non fecero altra cosa, per molto tempo, che camminare dietro a' suoi passi; e non si rileva in verun modo che abbiano arricchita la statica d'alcuna proposizione di teoria un poco notabile; ma ravvicinando de' principj conosciuti, produssero per intervalli moltissime macchine utilissime alla società.

Meccanica del moto.

Gli antichi non hanno avuto che le nozioni più elementari sopra la teoria del moto: eglino conoscevano soltanto le proprietà generali del moto uniforme; sapevano ciò che un poco di riflessione ed il semplice buon senso potevano far conoscere ad ognuno, che un corpo si muove tanto più velocemente, quanto più spazio percorre in minor tempo, o in altri termini, che la velocità viene espressa dal rapporto del numero delle misure dello spazio percorso al numero delle misure del tempo; che gli spazj percorsi uniformemente

da due corpi sono, in generale, come i prodotti de' tempi nelle velocità, di modo che se i tempi sono uguali, gli spazj sono come le velocità; e se le velocità sono eguali, gli spazj sono come i tempi. Ma cognizioni così semplici e così facili non possono essere riguardate per una scienza: la vera meccanica del moto è quella che ha per oggetto la teoria del moto variata, e le leggi della comunicazione del moto. Essa era inaccessibile, nel suo stato di generalità, alla geometria degli antichi, ed appartiene tutta intera ai moderni.

CAP. IV.

Origine e progressi dell' Idrodinamica.

Se la scienza della meccanica de' corpi solidi è stata sì lenta a formarsi, quella dell' idrodinamica ha dovuto esserlo molto di più; perciocchè, supponendo ancora che si fosse giunto a determinare geometricamente le condizioni dell' equilibrio e del moto per un sistema qualunque de' corpi solidi, il medesimo metodo non avrebbe potuto applicarsi direttamente ad una massa fluida, di cui non si conoscono gli elementi nè pel numero, nè

per la figura, nè per la grossezza. Conveniva pertanto, che l'esperienza e una proprietà particolare de' fluidi venisse dapprima a formare, per così dire, un ponte di comunicazione fra una scienza e l'altra. Allora, essendo una volta poste le basi fondamentali dell' idrodinamica, i problemi che ne dipendono sono richiamati alla geometria ed alle leggi generali dell' equilibrio e del moto, come quelli della meccanica de' corpi solidi.

Idrostatica.

Archimede è qui pure il primo che abbia stabilito le leggi fondamentali dell' idrostatica, o di quella parte dell' idrodinamica che ha per oggetto l'equilibrio de' fluidi. L'opera che aveva scritta sopra questo soggetto non è a noi pervenuta che per una traduzione che gli Arabi ne avevano fatta, e che è stata essa pure tradotta in latino. In questo stato, è intitolata: *De Humido insidentibus*, ed è divisa in due libri. Archimede prende per base, che tutte le molecole d'un fluido supposte eguali, egualmente pesanti, rimarranno ciascuna nel loro luogo, ossia tutta la massa sarà in equilibrio, quando ciascuna molecola in particolare sarà egualmente premuta per tutti i versi. Questa eguaglianza di pressione, sulla quale egli appoggia essenzialmente lo stato

d' equilibrio, è dimostrata dall' esperienza. L' autore esamina in seguito le condizioni che debbono aver luogo, perchè un corpo solido, galleggiante sopra un fluido, prenda e conservi la situazione dell' equilibrio: egli fa vedere che il centro di gravità del corpo e quello della parte immersa, debbono essere situati sopra la medesima linea verticale, e che il peso totale del corpo sta al peso della parte fluida rimossa, come la gravità specifica del fluido alla gravità specifica del corpo; rischiara questa teoria generale con diversi esempj tratti dal triangolo, dal cono, dalla paraboloide, ec.

Si scorge facilmente, dalla proposizione VII del primo libro, che due corpi eguali in volume, più pesanti ambidue del fluido in cui sono immersi, vi perdono parti eguali del loro peso. Io cito questo teorema, perchè l' opinione generale de' matematici si è che Archimede ne facesse uso per risolvere un problema famoso che gli fu proposto dal re Jerone. Vediamo quale ne fu l' occasione.

Problema della corona di Jerone.

Questo principe aveva fatto fare, da un orefice di Siracusa, una corona che, a termini della convenzione, doveva essere d' oro

puro; ma sospettando che vi si fosse mescolato dell' argento, ricorse ad Archimede per ischiarire la verità, senza danneggiare la corona. Egli è molto verosimile che Archimede vi giungesse in questo modo. Cominciò dal determinare due verghe, una d'oro puro, l'altra d'argento puro, eguali ciascuna in volume alla corona, pesando per ciò successivamente nell' acqua i tre corpi, cioè a dire, la corona, la verga d'oro e la verga d'argento, e diminuendo o aumentando, per gradi, la verga d'oro e la verga d' argento fintanto che l'una e l'altra perdessero esattamente del loro peso la stessa parte che la corona perdeva del suo. Fatta quest' operazione preliminare, Archimede pesò fuori dell' acqua, ossia nell' aria, i tre corpi medesimi; ed avendo trovato che la corona pesava meno della verga d'oro, e di più della verga d'argento, concluse ch' essa non era nè d'oro puro, nè d'argento puro, ma una mescolanza di questi due metalli. Egli giunse a questa conclusione con un calcolo aritmetico semplicissimo, che consiste nel prendere la parte d'oro e la parte d'argento, nel medesimo rapporto dell' eccesso del peso della corona sul peso della verga d'argento, e

l'eccesso del peso della verga d'oro sul peso della corona.

Alcuni autori raccontano che Archimede trovandosi nel bagno allorchè tutte queste idee gli si presentarono, ne uscì immantinente trasportato dal giubilo, e che senza pensare allo stato di nudità in cui si trovava, si mise a correre per le stade di Siracusa, gridando con tutta la forza: *l'ho trovato! l'ho trovato!*

Nota sopra questa soluzione.

Non ho già l'intenzione ingiusta del pari che inopportuna di ribassare quest' ingegnosa scoperta; ma osserverò, in grazia di alcuni lettori, che se la corona in vece di contenere semplicemente oro ed argento, come si supponeva, avesse contenuto più di due metalli, per esempio, oro, argento e rame; si sarebbe potuto farla del medesimo peso, combinando insieme questi tre metalli, in più maniere differenti. Allora il problema sarebbe rimasto indeterminato, o suscettibile di più soluzioni.

Vite d' Archimede.

La *chiocciola* o vite, che porta il nome d' Archimede, era una macchina idraulica molto semplice e molto comoda per alzare l' acqua a picciole altezze. Secondo Diodoro di Sicilia, Archimede inventò questa macchina nel suo viaggio in Egitto, e se ne faceva uso per asciugare le paludi, i fiumi, ec., ma Vitruvio, contemporaneo di Diodoro, non la annovera tra le scoperte d' Archimede, di cui era nondimeno grande ammiratore. Claudio *Perrault*, traduttore e commentatore di Vitruvio, aggiunge che *l' uso celebre attribuito da Diodoro a questa macchina, ch'è di aver servito a render l' Egitto abitabile coll' esaurire le acque dalle quali era altre volte inondato, può far dubitare, ch' essa fosse molto più antica di Archimede*. Se questa congettura ha qualche fondamento, non frammischiamo co' legittimi possessi d' Archimede un' invenzione che gli si può contrastare: egli è troppo ricco per altri riguardi, onde non far qui il sacrifizio d' un dritto equivoco.

Macchine idrauliche di Ctesibio e Jerone.

Circa un secolo dopo Archimede, due matematici della scuola d'Alessandria, Ctesibio e Jerone suo discepolo, inventarono le trombe, il sifone ricurvo, e la fontana di compressione che chiamasi ancora presentemente *la fontana di Jerone*. Si deve più specialmente a Ctesibio una macchina del medesimo genere, composta di due trombe aspiranti e prementi, per modo che colla loro alternativa azione, l'acqua è senza interruzione aspirata e spinta in un tubo ascendente intermedio. Tutte queste macchine hanno, come è noto al presente, per veicolo del principio motore, la pressione dell'atmosfera, che solleva l'acqua nello spazio voto che lascia lo stantuffo nell'ascendere o nel discendere. Gli effetti che producono sono curiosissimi, e dovettero sembrare da principio molto straordinarj.

Anno inn. C. 150.

Spiegazioni ridicole che gli antichi ne danno.

Quindi gli antichi non sapendo a che attribuirli, ricorsero al loro gran sistema delle qualità occulte, così comodo per ispiegare

i fenomeni della natura. L'acqua ascende nelle trombe, dicevano, perchè la natura abborrisce il vacuo, e mentre lo stantuffo si alza, il luogo che abbandona deve essere occupato dall'acqua. Tutta la fisica degli antichi era piena di queste secrete potenze che diversificavano all'infinito secondo il bisogno. Si trasportavano dal mondo morale al mondo fisico le idee d'amore, o di odio; i corpi celesti o terrestri avevano gli uni per gli altri della simpatia o antipatia, e si credeva di spiegare un fenomeno, quando si poteva ordinarlo o in un modo o nell'altro sotto l'impero di questi chimerici agenti.

Clessidre inventate dagli Egiziani.

Si fa risalire sino agli Egiziani la misura del tempo per mezzo delle *clessidre* ossia *orologi* d'acqua. Questi orologi indicavano l'ora colle successive elevazioni dell' acqua che entrava in un vaso, in quantità regolate, secondo le divisioni del tempo, o col movimento d'un indice che quest' acqua faceva girare, per mezzo d'una ruota e d'un incastro. Ctesibio e molti altri antichi hanno proposto delle macchine di questo genere, come pos-

sono vedersi in Vitruvio (1). Gli oriuoli a polvere furono in seguito sostituiti alle clessidre.

Altre macchine idrauliche degli antichi.

Il *timpano*, la ruota a ciotole, e le corone sono macchine idrauliche che ci vengono parimente dagli antichi; ma s' ignora il tempo in cui hanno cominciato ad essere poste in uso.

Antichità de' molini a braccia o da maneggio.

Prima dell' invenzione de' molini mossi dall' acqua o dal vento, si faceva uso de' piloni per infrangere il grano e ridurlo in farina; in seguito si adoperarono due mole, una inferiore ed immobile, l' altra girante al di sopra, per la forza immediata delle braccia, o per l' intervento d' una corda che si avvolgeva intorno ad un argano: quindi si diede a questi molini il nome di *molini a braccia*, *di molini da maneggio*. I Romani ne facevano un uso grande fino dall' origine della repubblica, e sicuramente le avevano ricevute dai

(1) *Lib.* x.

popoli antichi. Sotto i loro re della prima stirpe, i Francesi le adoperavano del pari con buon successo. In seguito si sono troppo abbandonate; perciocchè non solo possono supplire al ritardo de' molini ad acqua ed a vento, nel tempo de' forti geli, o di aria in calma, ma possono ancora esser utili in una città assediata: possono in tutti i tempi far servire, a profitto dello stato, le forze perdute, col mezzo d' uomini vigorosi detenuti nelle prigioni delle città grandi.

Molini ad acqua.

Un epigramma dell' antologia greca ha dato luogo a credere che i molini ad acqua sieno stati inventati al tempo d' Augusto; ma Vitruvio, che fioriva sotto questo principe, nella descrizione che ne dà, non dice che fossero essi allora un' invenzione recente: verosimilmente erano conosciuti molto tempo prima.

Molini a vento.

I molini a vento sono venuti molto più tardi. Alcuni autori pretendono che i Francesi gli abbiano immaginati nel sesto secolo

dell' era cristiana ; altri assicurano che le crociate gli hanno a noi portati dall' Oriente, dove erano già antichissimi, e dove sono preferiti ai molini ad acqua, perchè le sorgenti ed i fiumi sono più rari in que' paesi che in Europa. O siano da noi stati inventati, o ricevuti, egli è certo che l' uso non si è stabilito tra noi, che con molta difficoltà e lentezza. Noi preferiamo a vicenda i molini ad acqua, come d' un servizio più comodo, e d' un movimento più regolare.

Non posso a meno di non osservare di passaggio che il meccanismo de' molini, principalmente quello de' molini a vento, è un capo d' opera dell' umana industria.

Vedendo tanti lavori, tanti monumenti del genio, l' uomo sensibile e riconoscente domanda: a chi si debbono tutte queste scoperte utili e sublimi? Quali onori, quali ricompense, questi benefattori dell' umanità hanno ricevuto dal loro paese, dal mondo intero? La storia non risponde d' ordinario a siffatte quistioni, ma è premurosa però nel trasmetterci i nomi e le imprese de' conquistatori che hanno desolato la terra.

Del moto de' fluidi.

Già da gran tempo si faceva servire l' azione de' fluidi di principio motore in parecchie macchine, senza che si sapessero determinare i suoi effetti colla teoria. I vizj d' una macchina, erano lezioni per costruirne un' altra meno difettosa, ed a forza di tentativi e di esperienze si giungeva gradatamente ad una certa perfezione. Si attribuiscono a *Sesto Giulio Frontino* (volgarmente chiamato *Frontino*), le prime nozioni un poco distinte che siansi avute intorno al moto de' fluidi. Inspettore delle fontane pubbliche in Roma, sotto gl' imperatori Nerva e Traiano, ha lasciato su questo argomento un'opera intitolata: *de aquaeductibus urbis Romae commentarius*. Egli vi considera il movimento delle acque che scorrono ne' canali, o che escono da orifizj di vasi in cui sono contenute; descrive da principio gli acquedotti di Roma, cita il nome di quelli chi li fecero costruire, e le epoche della loro costruzione: in seguito stabilisce e paragona insieme le misure o *moduli*, di cui si faceva allora uso in Roma per determinare i prodotti de' cannelli. Quindi passa ai mezzi di distribuire le acque d'un acquedotto o d'una fon-

Anno di C. 100.

tana. Egli fa alcune vere osservazioni sopra questi varj oggetti; per esempio, ha veduto che il prodotto d'un cannello non deve soltanto valutarsi dalla grandezza o superficie di questo cannello, ma che bisogna inoltre tener conto dell' altezza del serbatoio: considerazione semplicissima, e nondimeno trascurata da alcuni fontanieri moderni. Ha del pari compreso che un tubo destinato a derivare in parte l' acqua d' un acquedotto, deve avere secondo le circostanze una posizione più o meno obliqua rapporto al corso del fluido, ec. Ma altronde non si trova alcuna precisione geometrica ne' suoi risultati; egli non ha conosciuto la vera legge delle velocità relativamente all' altezza delle conserve.

Niun altro antico autore ha scritto in un modo un poco esatto sopra il movimento dei fluidi; la scoperta di questa teoria appartiene ai moderni.

CAPO V.

Origine e progressi dell' Astronomia.

Non fo risalire l' Astronomia fino ai primi uomini che cominciarono ad osservare i fenomeni celesti in un modo informe, senza

regole e senza principj. La vera Astronomia non comincia che dal tempo in cui le osservazioni diventano abbastanza esatte, abbastanza numerose per somministrare all'Aritmetica, alla Geometria ed alla teoria generale del moto uniforme gli elementi da cui dipende la determinazione del corso degli astri, e delle loro rispettive posizioni negli spazj celesti.

Tostochè si cominciò a porre un certo ordine nelle osservazioni, si vide che la luna, il sole e le stelle facevano ogni giorno (1) una rivoluzione da Oriente in Occidente. Si riconobbe del pari che le stelle conservavano sempre tra loro la medesima posizione, il medesimo cammino nel cielo, ma che la luna ed il sole si levavano, da un giorno all' altro, più tardi delle stelle, e ad intervalli disuguali: donde si trasse da principio la semplicissima conseguenza, che nello stesso

---

(1) *S' intende per* giorno, *nell' Astronomia, l' intervallo che corrisponde ad un' intera rivoluzione del sole, o che comprende il giorno e la notte. I movimenti di cui trattasi non sono che apparenti per le stelle ed anche per il sole; ma noi siamo obbligati di parlare col linguaggio dell' antica Astronomia.*

tempo in cui questi due astri partecipavano alla rivoluzione giornaliera di tutta la sfera celeste, si avanzavano da Occidente in Oriente, con movimenti proprj e diversi. Questi due ultimi movimenti formano le così dette *lunazioni* e *gli anni solari*. La luna sembrava fare circa dodici giri, mentre il sole ne faceva uno solo. Laonde, per istabilire una corrispondenza tra i movimenti di questi due astri, si divise l'anno solare in dodici parti o mesi, che comprendevano altrettante lunazioni. Queste prime determinazioni erano soltanto approssimazioni che furono in seguito rettificate, e perfezionate a misura che le osservazioni divenivano più esatte (1).

---

(1) *Credo di dover qui dare nozioni giuste delle rivoluzioni solari e lunari, quali si conoscono presentemente, dietro il risultato di tutte le osservazioni antiche e moderne.*

Si distinguono tre specie d'anni solari, e quattro specie di mesi lunari.

I tre anni solari sono l'anno tropico, *intervallo d'un ritorno del sole al medesimo punto dell'ecclittica, al medesimo coluro, al medesimo solstizio, ec.; esso è di* 365 *giorni* 5 *ore* 48 *minuti* 48 *secondi: l'anno* sidereo,

La maggior parte degli antichi popoli regolavano la misura del tempo dal corso del sole; alcuni altri sopra quello della luna. I Babilonesi facevano cominciare il giorno al levare del sole; gli Ateniesi e gli Ebrei, al suo tramontare: nell' uno o nell' altro modo,

---

intervallo d' un ritorno del sole alla medesima stella; esso è di 365 giorni 6 ore 9 minuti 10 secondi: l' anno anomalistico, intervallo d' un ritorno del sole al medesimo abside; esso è di 365 giorni 6 ore 13 minuti 46 secondi. Per la sola voce anno, s' intende sempre l' anno tropico; le altre specie d' anni debbono essere specialmente denotate co' loro caratteri.

Le quattro specie di mesi lunari sono il mese periodico, intervallo d' un ritorno della luna al primo punto d' ariete; esso è di 27 giorni 7 ore 43 minuti 5 secondi: il mese sidereo, intervallo d' un ritorno della luna alla medesima stella; esso è di 37 giorni 7 ore 43 minuti 13 secondi: il mese sinodico, intervallo del ritorno della luna al sole; esso è di 29 giorni 12 ore 44 minuti 3 secondi: il mese anomalistico, intervallo d' un ritorno della luna al suo apogeo; esso è di 27 giorni 13 ore 18 mi-

i tempi della presenza del sole sopra l'orizzonte d'un dato luogo, essendo disuguali da un giorno all'altro a motivo della reciproca inclinazione dell'equatore e dell'ecclittica, si provava qualche difficoltà quando si voleva farne il confronto. Gli Egiziani contavano il giorno da una mezzanotte all'altra, e lo dividevano in un certo numero di parti eguali, o di *ore uguali*, alle quali si riferiscono facilmente tutti i tempi che si vogliono conoscere. Quest'uso è stato adottato in molti altri paesi; come anche in Francia, in Inghilterra, in Ispagna, per le occupazioni della vita civile. Copernico e gli astronomi suoi contemporanei lo seguivano ancora ne' loro calcoli. Dopo dugent'anni circa, gli astronomi hanno trovato più comodo di fissare il principio del giorno al mezzodì.

Il sole, cagione del calore e della fertilità della terra, conduce alternativamente le

---

nuti 34 *secondi. Si ha ancora qualche volta bisogno di conoscere la rivoluzione della luna riguardo ad uno de' suoi nodi; essa è di* 27 *giorni* 5 *ore* 5 *minuti* 35 *secondi. Si rileva che nel confronto dell'anno solare col mese lunare, si deve sempre intendere il mese sinodico.*

stagioni, e l'ordine delle seminagioni e delle ricolte. Si è quindi sempre creduto di doversi conformare a questa legge invariabile della natura. Altri lavori possono permettere una distribuzione un poco arbitraria nell'uso del tempo. Presso gli Ebrei, la luna, per la prontezza delle sue rivoluzioni e per le sue fasi, serviva a regolare molti affari civili e religiosi.

Lo spettacolo dell'antica Astronomia presenterebbe un importante oggetto di curiosità e di filosofiche riflessioni, se si potessero fissare, in un modo preciso ed un po' dettagliato, i progressi che i popoli coltivatori di questa scienza vi avevano fatti; vi si ravviserebbe certamente una gran diversità di vedute, di ricerche e di cognizioni, in ragione de' climi, del genio de' popoli e de' governi. Privi di questi vantaggi per la scarsezza de' monumenti storici, siamo costretti a non offrire ai lettori che nozioni imperfette de' lavori astronomici degli antichi popoli: ci asterremo altresì dalle congetture prive di probabilità soddisfacenti.

Astronomia caldea.

I Caldei, secondo Simplicio (1), citavano al tempo d' Alessandro una serie d' osservazioni di 1903 anni; esse furono raccolte in Babilonia da Callistene, discepolo d' Aristotile, e mandate a quest' ultimo per ordine d' Alessandro. Non si ha alcuna prova diretta e positiva dell' esattezza, e neppure della realtà di tutte queste osservazioni; inoltre, vi sono alcuni autori del tempo d' Alessandro, la cui testimonianza sembra contraddire formalmente il racconto di Simplicio. Comunque sia la cosa, non si può in verun modo dubitare che gli antichi Caldei non fossero versatissimi nella cognizione de' moti del sole e della luna; i più antichi storici, ed in particolare Gemino, di cui parlerò più espressamente in appresso, assicurano ch' essi erano giunti a formare diversi periodi *lunisolari* (2)

---

(1) *Simplicio era un filosofo peripatetico, che viveva nel quinto secolo, e di cui rimangono de' commentarj sopra* Aristotile *e sopra* Epitteto.

(2) *I periodi lunisolari sono spazj di tempo, dopo i quali il sole e la luna, o due punti no-*

assai ingegnosi e molto prossimi al vero: essi erano, soggiungono, il risultato di supputazioni astronomiche, fondate sopra molte ed esatte osservazioni. Si cita tra gli altri il periodo del *saros*, il quale, dopo 223 lunazioni, riconduceva la luna pressochè nella medesima posizione riguardo al suo nodo, al suo apogeo, ed al sole. Non entrerò nella discussione di questi periodi, i cui fondamenti sembrano per lo più molto incerti. L'Astronomia caldea non comincia ad offrire risultati sicuri e positivi che al principio dell' era di Nabonassar, primo re di Babilonia, al tempo del secondo impero degli Assirj. Quest' epoca corrisponde all' anno 747 avanti Gesù Cristo. Tolomeo, che fioriva verso l'anno 140 della nostra era, e che fu, come vedremo in seguito, uno de' più grandi astronomi della scuola d'Alessandria, ha adoperato ne' suoi calcoli tre osservazioni d' ecclissi di luna fatte da'Caldei, negli anni 27 e 28 dell' era di Nabonassar. Eglino si dedicavano specialmente a questo genere d' osservazioni; ed il medesimo Tolomeo ne riferisce ancora

---

tabili nelle loro orbite, come l'apogeo, i nodi, ec.; essendo supposti partiti dal medesimo luogo del cielo, vengono a ritrovarvisi.

quattro altre, l'ultima delle quali corrisponde all' anno 380 dell' era di Nabonassar, o all' anno 367 avanti l'era cristiana. La rivoluzione che fece passare il regno di Babilonia sotto il giogo de' Persiani, dugento dieci anni circa dopo la sua fondazione, non fu funesta all' Astronomia. I Persiani stessi divennero osservatori. Sino dal regno di Dario Occo, contavano il tempo delle rivoluzioni solari, ed avevano stabilito una forma di calendario molto semplice, citato con elogio da alcuni antichi autori.

Anno inn. C. 516.

Astronomia egiziana.

Abbiamo pochissimi lumi su lo stato dell' antica Astronomia egiziana. Si presume soltanto, con molta verosimiglianza, ch' essa doveva essere molto avanzata. Diogene di Laerzio (1) si esprime a questo proposito come segue: « Gli Egiziani asseriscono che Vul-« cano, da essi creduto figlio di Nilo, trattò « il primo la filosofia, i cui maestri chiama-« vano col nome di *maghi* e di *profeti*: vo-« gliono che dopo di lui sino ad Alessandro,

(1) *Introduzione alla vita de' filosofi.*

« re di Macedonia, siano scorsi quarantotto-
« mila censessantatrè anni, ne' quali vi fu-
« rono censettantatrè ecclissi di sole, ed
« ottocentotrentadue di luna. »

La proporzione di 173 a 832 è presso a poco quella de' numeri d'ecclissi di sole e di luna, che accadono nel medesimo tempo e nel medesimo luogo; laonde, a questo riguardo, il racconto di Diogene può essere esatto. Ma il calcolo astronomico dimostra che tutti questi ecclissi hanno potuto accadere nell' intervallo di mille dugento a mille trecent' anni: conseguentemente, il numero 48863 anni è manifestamente favoloso. Si deve quindi soltanto concludere che l'epoca delle prime osservazioni egiziane non può risalire che a mille seicento o mille settecento anni innanzi l'era cristiana.

Esistono altre prove più certe del sapere degli Egiziani nell' Astronomia. La maniera esatta onde avevano orientato le loro famose piramidi, rapporto ai quattro punti cardinali del mondo, fa vedere che avevano una giusta cognizione della linea meridiana. Tutta l'antichità attesta ch' eglino sono i primi autori della divisione dell' anno in dodici mesi di trenta giorni, ai quali riconobbero ben presto doversi aggiungere cinque giorni

complementari, ed a capo d'un periodo di quattr'anni ancora un giorno complementario. La divisione de' mesi in settimane è pure una loro invenzione. Non possiamo abbastanza dolerci della perdita de' loro scritti. Aggiungerò nondimeno che il nostro dolore dee principalmente riferirsi agli scritti de' primi Egiziani; perciocchè, al tempo di Strabone, la scienza de' maghi era talmente caduta, che in altro più non si occupavano che in sagrifizj, spiegandone le diverse cerimonie agli stranieri.

Astronomia ebraica.

Si faranno certamente le meraviglie nel veder comparire gli Ebrei su la scena come astronomi. Se si presta fede al loro storico Giuseppe Flavio (1), fa d'uopo riguardare i patriarchi della sua nazione, come gli inventori dell'Astronomia e della Geometria. Ecco come si esprime (cap. 2 e 3) secondo la traduzione d'Arnaldo d'Andilli: « Si deve al « loro ingegno ed al loro lavoro la scienza « dell'Astrologia (2); e perchè avevano ap-

---

(1) *Ant. Ebr. l.* 1.

(2) *Il vocabolo* astrologia *è qui sinonimo di* astronomia.

» preso da Adamo che il mondo perireb-
« be per l' acqua e pel fuoco, il timore
« onde furono compresi che questa scienza
» non si perdesse prima che gli uomini ne
» fossero istrutti, li portò a fabbricare due
« colonne, una di mattoni e l' altra di pietra,
« su le quali scolpirono le cognizioni che ave-
« vano acquistate, affinchè, se avvenisse che
« un diluvio rovinasse la colonna di mattone,
« quella di pietra rimanesse per conservare alla
« posterità la memoria di quanto vi avevano
« scritto. La loro previdenza riuscì; ed assicu-
» rasi che questa colonna di pietra si vede an-
« cora presentemente nella Siria . . . . Ol-
« trecchè i nostri antichi padri erano partico-
« larmente prediletti da Dio, e siccome l' ope-
« ra che aveva formata colle sue proprie mani,
» e le vivande onde si nutrivano erano atte a
« conservare la vita, Dio la prolungava loro,
« tanto a motivo della loro virtù, quanto per
« dar loro il mezzo di perfezionare le scienze
« della Geometria e dell' Astronomia che ave-
« vano trovate: il che non avrebbero potuto
« fare se fossero vissuti meno di seicento
« anni, poichè soltanto dopo la rivoluzione
« di sei secoli si compie l' anno grande. »

Non istarò già ad esaminare, se sia ben provato che i patriarchi ebrei siano vissuti sì

lungo tempo come riferisce Giuseppe ; non intrapenderò nemmeno di penetrare le ragioni che Dio può avere avute d'accordar loro una vita sì lunga: mi ristringo a fare a Giuseppe alcune quistioni .

Se i vostri patriarchi sono stati effettivamente così grandi astronomi, perchè tutto il loro sapere è svanito ? Come mai non è stato trasmesso alla posterità da Noè , che era egli medesimo un patriarca distinto , e senza dubbio uno de' più istrutti? Perchè gli Ebrei non hanno giammai mostrata la minima cognizione d'astronomia nelle occasioni , in cui questa sarebbe loro stata utilissima ? Perchè , per esempio , allorchè si trattava di fissare la celebrazione della Pasqua, per mezzo del novilunio , aspettavano che alcuno l'avesse osservato , e ne avesse fatta la sua relazione all' assemblea del popolo , mentre un' astronomia un poco perfezionata l'avrebbe fatto conoscere in un modo più semplice e più preciso ? Che mai prova l'assurda favola delle due colonne ?

Quanto al periodo di seicento anni, sebbene per avventura non meriti tutti gli encomj che alcuni scrittori moderni gli hanno accordati , e che uno de' principali vantaggi d'un periodo sia d'essere rinchiuso tra limiti poco

distanti, confesso nondimeno che quello di cui trattasi supporrebbe moltissime osservazioni esatte, ed un dotto uso del calcolo astronomico; ma per la stessa ragione penso che non possa attribuirsene la scoperta (se essa è reale) ai patriarchi ebrei. Di fatti chi crederà mai, che una nazione, i cui padri erano stati capaci d' un tale sforzo d' attenzione e di sapere, si fosse imbastardita e degenerata a segno che dopo il diluvio, e finchè visse separata dagli altri popoli, altro non mostra che la più vergognosa superstizione e la più stupida ignoranza? (E vaglia il vero, qual altro giudizio se ne può formare, quando gli storici ch' essa riguarda come classici, vi espongono freddamente il fatto di Giosuè; che l' ombra del quadrante d' Ezechia retrogradò di dieci gradi; che le piante si formano dalla putrefazione, e mille altre cose della medesima natura? Non è egli molto verosimile che Giuseppe, trascinato da un cieco zelo per la sua nazione, o per altre ragioni che s' ignorano, abbia cercato di onorarla d' una scoperta vera o supposta, di cui aveva egli medesimo presa l' idea negli scritti degli astronomi caldei, egiziani o greci?

Anno inn. C. 588.

Allorchè gli Ebrei furon condotti prigionieri in Babilonia sotto Nabuccodonosor, la

comunicazione con popoli istrutti fece loro nascere necessariamente qualche gusto per le scienze: parecchi de' loro rabbini cominciarono a studiare la geometria, l'astronomia, l'ottica, ec. Queste prime cognizioni, comunque fossero deboli, si estesero e si perpetuarono. In seguito, la totale dispersione degli Ebrei, dopo la presa di Gerusalemme fatta dai Romani, ne fece come un popolo nuovo: essi adottarono gli usi, le occupazioni, le arti, ec. delle nazioni presso le quali furono trapiantati. Si trovano de' matematici ebrei nella Grecia; alcuni se ne frammischiano tra gli Arabi. Eglino tradussero gli elementi d'Euclide, le opere d'Archimede, quelle d'Apollonio, e l'Almagesto di Tolomeo. Si citano altresì molti rabbini assai dotti in queste materie; ma non si scorge che vi abbiano mai fatta alcuna scoperta importante e veramente utile ai progressi dell'ingegno umano.

Astronomia chinese.

I Chinesi si presentano con maggiori vantaggi. La saviezza delle loro istituzioni politiche, l'eccellenza della loro morale, un uso immemorabile delle arti liberali e meccani-

che utili alla società; tutto annunzia un popolo applicato, industrioso, versato nelle scienze da moltissimi secoli. L'astronomia soprattutto fissò i suoi primi sguardi, essendo il clima da essi abitato molto favorevole alle osservazioni. Ma poco contenti d'un' antichità onorevole e riconosciuta dalla storia, i Chinesi l'hanno talmente esagerata, che non si potrebbe prestarvi fede, quand'anche fosse appoggiata a fondamenti tanto solidi e certi, quanto sono realmente deboli ed inventati. Mi trovo pertanto obbligato a combattere delle pretensioni che non si possono adottare senza chiudere gli occhi alle verità incontrastabili che esse contraddicono.

Primieramente gli antichi annali dei Chinesi non contengono che un ammasso di favole assurde, ch' eglino stessi sono stati costretti di abbandonare; ma persistono a sostenere, su la fede d'alcuni loro autori, supposti molto istrutti, che la nazione chinese già florida, cominciò a conoscere i movimenti de' corpi celesti sotto l'imperatore Yao, anteriore circa 2300 anni all' era cristiana. Collocano verso la medesima epoca la fondazione del loro famoso tribunale di matematica tuttavia esistente, malgrado i rovesci sofferti in una sì lunga serie di secoli.

I missionarj mandati alla China verso la fine del secolo decimosettimo per predicarvi la religione cristiana, trascinati da qualche apparenza di verità, o per un sentimento di condiscendenza alla debolezza d' un popolo vano che volevano convertire, e che non si doveva disgustare, adottarono la sua storia maravigliosa, e la diffusero per tutta l' Europa. Per lunghissimo tempo non si ebbe gran premura di esaminarne l' autenticità. Finalmente gli occhi della critica (1) si sono aperti sopra questo stravagante sistema, e due terribili avversarj, la cronologia e l' astronomia, hanno raccolto le loro forze per rovesciarli.

Ho detto, 1.° la *cronologia*. È stato riconosciuto che la successione degli imperatori, partendo dall' epoca in cui si suppone che la storia chinese divenga certa, forma molte lacune considerevoli; che la maggior parte di que' principi non sono conosciuti che pel loro nome vero o preteso; che i fatti storici sono della più grande sterilità, e qualche volta d' un' assurdità manifesta; che l' ordine delle date vi presenta numerose contraddi-

---

(1) *Mem. dell' Acc. delle belle lett. t. XXXVI, pag.* 164.

zioni; che in fine la storia chinese non acquista una certa connessione, ed un carattere di certezza, che dal tempo di Confucio, cioè a dire, verso l'anno 460 avanti l'era cristiana.

2.° *L'astronomia*. I difensori dell'antichità de' Chinesi nelle scienze, hanno creduto di trovare nel Chou-King, frammento degli antichi annali chinesi raccolti da Confucio, la menzione d'un' osservazione de' solstizj, fatta nel tempo dell' imperatore Yao, e d'un ecclisse solare quasi egualmente antico; ma questo racconto è così oscuro e così poco dettagliato, che gli astronomi europei, avendo intrapreso di sottoporre al calcolo le apparizioni di questi fenomeni, non hanno potuto accordarsi ne' risultati. L'osservazione de' solstizj non ha alcuna data precisa, alcun segno di verità: l'ecclisse è fissato da alcuni nell' anno 2154 innanzi Gesù Cristo, da altri nell' anno 2007. Si cita ancora un' osservazione incertissima de' solstizj tra gli anni 1098 e 1104 avanti l'era cristiana. La più antica osservazione chinese, cui si potrebbe concedere qualche autorità, sarebbe quella d'un ecclisse di sole, che si suppone essere stata fatta l'anno 776 avanti Gesù Cristo; se altron-

de si avesse la certezza che il calcolo non fosse stato eseguito dopo il fatto.

Gli annali raccolti da *Se-Ma-Couang* storico chinese dell' undecimo secolo (1), notano, sotto il regno dell' imperatore *Tchouene-Yo*, che cominciò cencinquant' anni prima di quello di Yao, una congiunzione di cinque pianeti, Saturno, Giove, Marte, Venere e Mercurio, nella costellazione che i Chinesi chiamano *Chè*; e per caratterizzare questa congiunzione (2) si aggiunge l' anno del ciclo in cui essa dovette accadere, il giorno della sizigia e la posizione di questa sizigia rapporto alla costellazione di Chè. Secondo queste indicazioni, il sig. Kirch astronomo di Berlino, e dopo di lui il P. Mailla gesuita, avendo calcolato, colle tavole astronomiche, le congiunzioni de' pianeti che possono essere avvenute ne' tempi antichi, hanno trovato una congiunzione di quattro pianeti, Saturno, Giove, Marte e Mercurio, nello spazio di più gradi in vicinanza della costellazione Chè nell' anno 2449 avanti l' era cristiana; ma oltrechè questa pretesa con-

(1) *Mem. dell' Ac. delle belle lett. t.* x, *pag* 392.
(2) *Idem t.* xviii, *pag.* 284.

giunzione è incompleta, poichè vi manca Venere, essa non soddisfa in verun modo alle condizioni dell'anno del ciclo, nè della sizigia, nè della posizione della sizigia. Domenico Cassini ha fissato la medesima congiunzione nell' anno 2012; ed il suo calcolo dà, più esattamente degli altri due, la posizione de' quattro pianeti nella costellazione di Chè, ma non soddisfa in miglior modo alle altre condizioni del problema. Si sono fatti altresì alcuni tentativi del pari infruttuosi per conciliare ogni cosa. Tutte queste incertezze offrono una grande probabilità per credere che i Chinesi non abbiano giammai osservato alcuna congiunzione dei cinque pianeti. Egli è possibilissimo, ch'essa sia stata supposta per ispirito di adulazione; poichè i Chinesi, riguardando le congiunzioni de' pianeti come un felice presagio pei regni dei loro imperatori, non si fanno scrupolo di fabbricarne qualche volta, o di rendersi poco difficili sopra le condizioni: serva di prova ciò che avvenne nell' anno 1725, nel secondo anno del regno dell' imperatore Yong-Tching, in cui l' approssimazione di Mercurio, Venere, Marte e Giove fu data per una congiunzione, ed inserita per tale ne' pubblici registri. L' opinione del p. Gaubil gesuita, dotto missionario astronomo si è, che la pretesa

congiunzione sotto l' imperatore Tchouene-Yo non ha altro fondamento che un calendario pubblicato sotto la dinastia degli *Han*, che cominciò a regnare nell' anno 207 innanzi Gesù Cristo, e riguardato da' più abili Chinesi come uno scritto supposto, il quale parimente non contiene nel testo la congiunzione di cui trattasi, ma soltanto in una glosa inserita superiormente. Freret finisce di dimostrare che questo *calendario è l' opera di qualche inetto falsario, che non sapeva nemmeno calcolare* (1).

Sembra cosa certa, che l' astronomia chinese non comincia veramente, ed in un modo positivo, che nell' anno 722 avanti Gesù Cristo, cioè a dire, venticinque anni dopo l' era di Nabonassar. Nell' opera intitolata *Tchu-Tscou*, Confucio osserva, da quest' epoca sino all' anno 480 avanti l' era cristiana, una serie di trentasei ecclissi, trentuno de' quali sono stati verificati dagli astronomi moderni. D' allora in poi l' astronomia chinese s' arricchì continuamente di nuove osservazioni, frutto del lavoro e della pazienza, non del genio; perciocchè vi è tutto il motivo di cre-

---

(1) *Tom.* XVIII. *pag.* 289.

dere che i Chinesi non sieno stati giammai versati gran fatto nel calcolo astronomico, e che sieno sovente ricorsi agli astronomi stranieri per estendere o rettificare le loro cognizioni teoriche. Così, per esempio, al tempo de' Califi, parecchi astronomi maomettani passarono alla China, e furono posti alla testa del tribunale delle matematiche. Lo stesso è avvenuto più volte ai nostri missionarj astronomi.

Non debbo dissimulare che dall' epoca in cui le osservazioni chinesi cominciarono a divenir certe, si è tratta una forte obbiezione contro l' antichità di questo popolo nelle scienze. Quest' epoca essendo posteriore a quella di Nabonassar, che serve di base alle supputazioni dell' astronomia caldea e greca, si è verosimilmente concluso che gli astronomi di Babilonia, o quelli della Grecia, abbiano portato le loro cognizioni alla China, poichè si ha altronde la certezza che vi sono state, verso quel tempo, delle comunicazioni tra questi popoli.

Finalmente abbiamo sotto gli occhi una prova manifesta della mediocrità de' Chinesi nell' astronomia. Malgrado il concorso di tutte le fortunate circostanze, bellezza del cielo, incoraggimento degli imperatori, che

avvrebbero dovuto accelerare il progresso di questa scienza fra di loro, essa vi rimane sempre presso a poco nello stato medesimo: osservazioni copiose, e nessuna nuova teoria. Attaccata superstiziosamente a' suoi antichi usi, alla sterile imitazione de' suoi padri, all' opinione ch'eglino abbiano saputo tutto ciò ch' era necessario di sapere, la nazione chinese comparisce priva di quella inquieta curiosità che cerca di estendere le sue cognizioni, e che produce le scoperte.

Astronomia indiana.

Alcuni dotti riguardano l'India come la culla di tutte le scienze, e principalmente dell' astronomia che vi fanno risalire all' antichità più rimota. Citano per prova i famosi periodi indiani, che non permetterebbero di dubitare, nel caso in cui fossero ben esatti e ben chiari, che gli Indiani non sieno stati altre volte versatissimi nella cognizione dei moti celesti. Ma tutta quest' origine è di folte tenebre coperta; tutto vi è sistematico; non si cammina che coll' appoggio di congetture e supposizioni azzardate, sovente contraddittorie e sempre incerte.

Alcuni altri dotti, dando per avventura nell'estremità opposta, pretendono che l'astronomia indiana, lungi dall'avere un'origine sì rimota, sia l'opera degli Arabi, che la trasportarono nell'India verso la metà del secolo nono.

Anno
i. n.C.
540.

Una terza opinione più verosimile stabilisce l'origine dell'astronomia nell'India, al tempo in cui Pitagora viaggiò in quel paese, e vi diffuse le cognizioni filosofiche di ogni genere, ch'egli possedeva.

Non è mia intenzione d'internarmi in lunghe e tenebrose discussioni, dalle quali risulterebbe certamente molta noia e poca istruzione pe' miei lettori. Mi ristringo a presentare qui un quadro molto succinto delle cognizioni un po' certe che abbiamo sopra l'astronomia siamese, e su l'astronomia della costa di Coromandel, per mezzo delle opere di Domenico Cassini e Le Gentil.

Astronomia siamese.

Il sig. de la Loubère, ambasciatore di Francia a Siam, nel 1687, riportò dal suo viaggio un manoscritto indiano, che conteneva un metodo per calcolare i movimenti del sole e della luna. Questo metodo era

fondato sopra una moltitudine di addizioni, di sottrazioni, di moltipliche e divisioni, di cui non si poteva scoprire lo spirito e gli usi che col soccorso di profonde cognizioni astronomiche. Il celebre Cassini (1) pervenne a sciogliere questo caos. Egli vi distinse due epoche diverse, una civile, che corrispondeva all' anno 544 avanti Gesù Cristo; l' altra astronomica, che corrispondeva all' anno 633 dopo Gesù Cristo. Secondo le sue spiegazioni, gli Indiani conoscevano, verso il tempo della prima epoca, la distinzione dell' anno solare tropico e dell' anno anomalistico, l' equazione del centro dell' orbita solare, le due principali equazioni della luna, ed il ciclo di diciannove anni solari che comprendono dugento trentacinque lunazioni. Tutte queste teorie non avrebbero potuto essere se non che il risultato d' una lunga serie d' osservazioni esatte: ma si congettura che Domenico Cassini, per un' illusione del suo profondo sapere, abbia piuttosto sospettato o introdotto, di quello che abbia realmente trovato queste teorie nel manoscritto indiano.

---

(1) *Ant. Mem. dell' Ac. delle scienze tomo* VIII.

Del rimanente, quelli che volesseeo appoggiarsi su' quest' autorità di Domenico Cassini, per rimovere l' origine dell' astronomia indiana, non potrebbero farla risalire che al tempo di Pitagora; ed allora egli è possibile che questo filosofo abbia insegnato l' astronomia agl' Indiani, come ho già osservato. I Siamesi del nostro tempo hanno assai degenerato dal sapere reale o preteso de' loro padri, giacchè appena sanno eglino calcolare rozzamente un ecclisse.

Astronomia de' Brami.

Nel soggiorno di ventitrè mesi che Le Gentil, astronomo dell' accademia delle scienze, fece a Pondichery, sono circa trent' anni, ebbe occasione d' istruirsi nell' astronomia de' Brami, che non bisogna confondere con quella de' siamesi, e di cui darò un' idea generale, dietro il conto ch' egli ne ha reso all' accademia ed al pubblico.

Si sa che la penisola dell' India, di qua dal Gange, è abitata da due nazioni differentissime: la costa occidentale dai Malabari che le hanno dato il loro nome; e la costa orientale, detta altresì la costa di Coromandel, dove è situato Pondichery, è abitata

dagl' Indiani talmouds. I Brami, originarj di Tanajour e del Madure, formano la prima casta, la casta privilegiata di questi ultimi Indiani: l' altra casta è come schiava. Ogni passaggio da una casta all' altra è severamente vietato dalle leggi. Quella de' Brami è la sola istrutta: l' ignoranza, l' abbiezione ed il disprezzo formano il patrimonio della seconda.

Si può giudicare dell' astronomia dei primi Brami da quella d' oggidì. Da moltissimo tempo i Brami non osservano più: l'astronomia non è per essi che una scienza di tradizione, alla quale non hanno aggiunto alcuna nuova idea, alcuna scoperta che le abbia fatto fare il minimo passo: il loro oggetto principale è la cognizione de' movimenti del sole e della luna, che calcolano coi metodi de' loro padri.

L' antica astronomia de' Brami era un caos d' osservazioni informi, allorchè uno dei loro re, per nome *Salivagena* o *Salivaganam*, del quale si fissa la morte verso l' anno 78 dell' era cristiana, vi fece una considerevole riforma, e la portò al grado di avanzamento in cui essa è rimasta. Il regno di questo principe è, presso gl' Indiani, un' epoca del pari famosa che l' era di Nabonassar presso gl' Indiani.

I Brami sono vanissimi, pochissimo comunicativi, e si riguardano come infinitamente superiori agli Europei in ogni genere di cognizioni. Le Gentil provò molta difficoltà nel penetrare in que' misteri, che da principio gli si celarono con una insultante riserva. Nondimeno, a forza di danaro e di carezze, giunse a prendere una sufficiente idea della loro astronomia. Riconobbe ch' essa riducevasi a cinque punti principali: l'uso del gnomone, la lunghezza dell' anno, la precessione degli equinozj, la divisione del zodiaco in ventisette costellazioni, ed il calcolo delle ecclissi del sole e della luna. Tutte queste cognizioni sono estremamente imperfette presso i Brami, mentre gli Europei le hanno portate ad un altissimo grado di precisione, come tutti gli altri rami dell' astronomia.

Astronomia de' Fenicj.

Anno inn.C. 900.

Non è certamente permesso di collocare i Fenicj, que' primi commercianti del mondo, nel numero degli astronomi. Tuttavia non si può negare che non avessero cognizioni assai grandi, almeno pratiche, del movimento degli astri, per condursi nelle lontane navigazioni che intrapresero. Allorchè ebbero il co-

raggio di esporsi al mare, cominciarono a dirigere le loro marcie relativamente a certe stelle del Nord, che non perdevano mai di vista. A poco a poco, e di mano in mano, fecero lunghi viaggi sul Mediterraneo; vi fondarono delle colonie; passarono lo stretto di Gibilterra; fondarono Cadice sopra le coste di Spagna; si estesero lungo le coste dell' Africa: si pretende che abbiano passato il Capo di Buona Speranza, e sieno andati a formare degli stabilimenti sopra la costa orientale dell' Africa, ec. Il dotto Uezio è entrato su questo proposito in particolarità molto curiose, nella sua *Storia del commercio e della navigazione degli antichi*, che si può consultare.

Parecchi altri popoli, imitando l'esempio de' Fenicj, o condotti dalla propria industria, si diedero alla navigazione ed al commercio. Sono note le colonie di Marsiglia, di Taranto e di Sicilia, che gli antichi greci fondarono, prima delle grandi scoperte astronomiche per le quali la nazione si è acquistata nella storia delle scienze, quasi tanta gloria, e forse maggior grido, che per le opere dei suoi geometri.

Astronomia greca.

Anno inn. C. 640.

Talete di Mileto viene riguardato come il primo che abbia diffuso nella Grecia le cognizioni veramente scientifiche dell'astronomia. Difatti egli ne aveva preso gli elementi nell' Egitto; ma li estese colle proprie meditazioni, ed a lui dee riferirsi il notabile movimento che si eccitò allora in questa scienza, e che andò sempre aumentandosi per più secoli. Egli insegnò a' suoi concittadini la cagione della ineguaglianza de' giorni e delle notti; spiegò loro la teoria degli ecclissi, ed il modo di predirli; egli medesimo pose in pratica la sua arte sopra un ecclisse di sole, che avvenne effettivamente poco tempo dopo, come lo aveva annunziato. Tutte queste cose parvero allora sì nuove, e sì straordinarie, che diedero a Talete la più alta riputazione, e gli trassero una moltitudine d'illustri discepoli. In questo numero viene citato principalmente il filosofo Anassimandro, che divenne di lui successore nel posto di capo della scuola di Mileto.

Anno inn. C. 600.

Anassimandro ebbe qualche idea della rotondità della terra: a lui si attribuisce l'invenzione de' globi celesti e delle carte

geografiche; egli fece costruire a Lacedemone un gnomone, col quale determinò l'obbliquità dell' ecclittica, i solstizj e gli equinozj.

Costellazioni.

Il vantaggio, ovvero, in certi casi, la necessità di riconoscere facilmente le stelle, aveva da lungo tempo fatto immaginare di distribuirle in gruppi, o *costellazioni*, come si divide la superficie della terra abitata, in continenti, regni, provincie, contorni, ec. Questa specie di divisione non potè essere da principio che imperfettissima, a motivo dell' inevitabile inesattezza nell' enumerazione delle stelle, o nel modo di classificarle: essa fu perfezionata dai Greci verso il tempo di Talete e di Anassimandro.

I primi nomi imposti alle stelle avevano etimologie tratte dagli strumenti dell' agricoltura, dalla figura di certi animali, da alcune pratiche utili, ec. I Greci cangiarono, estesero o perfezionarono questa nomenclatura, qualche volta informe o bizzarra. Un' immaginazione viva e brillante, che dirigeva tutti i concepimenti di quel popolo ingegnoso, spargeva delle grazie ed immagini piacevoli sopra la naturale aridità dell' argomento. Per

esempio, vi è una costellazione composta di più stelle assai vicine, e seguita da una stella notabile pel suo splendore e per la sua grandezza: questo ammasso di stelle si chiamò la costellazione delle *Pleiadi*, voce che significa *moltitudine*, e la grande stella, col nome d' uomo *Orione*: si finse che le Pleiadi fossero figlie di Atlante e della ninfa *Pleiona*, e che Orione fosse un gigante innamorato di esse, e continuamente occupato nell' inseguirle. Tutto il cielo de' Greci era in tal guisa pieno di favolosi o storici emblemi che divertivano e sollevavano la memoria senza distrarre lo spirito.

Zodiaco.

Tra le costellazioni, quelle alle quali corrispondono il sole, la luna e gli altri pianeti, pei loro movimenti veri o apparenti d' Occidente in Oriente, occupano lo spazio che appellasi *zodiaco*. È questo una fascia sferica, larga circa sedici gradi. Ogni popolo ha il suo zodiaco particolare, cioè a dire, un zodiaco composto d'un maggiore o minor numero di costellazioni, o d' un maggiore o minor numero di stelle in ciascuna costellazione. L' opinione più antica e più

probabile si è che quello de' Greci venisse dagli Egiziani: un' iscrizione trovata ultimamente in Egitto, appoggia questa congettura; esso prese una forma regolare nel secolo di Talete; si è diffuso in tutta l' Europa, e noi non ne abbiamo altro presentemente. È diviso in dodici costellazioni, i cui nomi ed ordine d'Occidente in Oriente sono espressi dai due versi seguenti:

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
(Ariete), (Toro), (Gemini), (Cancro), (Leone), (Vergine)
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.
(Libra), (Scorpione), (Sagittario), (Capricorno), (Aquario), (Pesci).

Stazioni, direzioni e retrogradazioni de' pianeti.

I dotti hanno disputato per sapere se i cinque pianeti, Saturno, Giove, Marte, Venere e Mercurio fossero conosciuti avanti i Greci. Egli è ben difficile che non sieno stati osservati sino dai tempi più rimoti dell' astronomia, e che non si avessero altresì delle idee generali, non solo delle loro rivoluzioni totali d' Occidente in Oriente, ma ancora delle variazioni che fanno comparire questi movimenti ora nulli, ora diretti e talora retrogradi. Ma ella è cosa assai dubbiosa che gli astronomi greci, nel tempo della prima fondazione del loro zo-

diaco, abbiano avute nozioni abbastanza giuste dell' inclinazione delle orbite planetarie, relativamente al piano del ecclittica, per comprendere queste orbite nell' estensione che loro si dà presentemente. Difatti secondo l' opinione degli astronomi più eruditi, le prime osservazioni precise che si sono fatte del moto e delle apparenze di Saturno, Giove, Marte, Venere e Mercurio, non risalgono che di circa trecento anni oltre l' era cristiana. Non si pervenne che a forza di tempo e di osservazioni a dilucidare e spiegare, in modo plausibile, tutte le bizzarrie di questi movimenti. Mercurio, siccome il più delle volte immerso ne' raggi del sole, ha presentato a questo riguardo maggiori difficoltà. Egli è verosimile che il primo zodiaco de' Greci non comprendesse che il corso del sole e della luna, le cui orbite si tagliano sotto un angolo di circa cinque gradi.

Comete.

Si sa presentemente che le comete sono, come la luna e la terra, corpi solidi ed opachi, erranti negli spazj celesti, secondo tutte le direzioni. Gli antichi non avevano che idee false sopra la natura di questi corpi; li riguar-

davano come semplici meteore che l'Essere Supremo faceva comparire di tempo in tempo per manifestare la sua collera, o per annunziare qualche straordinario avvenimento. Le apparizioni rare ed improvvise delle comete, i loro moti irregolari, quelle lunghe *code*, o strisce di luce, onde erano accompagnate, e che si presentano sotto diverse forme bizzarre, cominciarono ad atterrire gli occhi e l'immaginazione: tutto portava un popolo credulo e superstizioso a riporre le comete in un ordine particolare di fenomeni momentanei, destinati dal Creatore ad indicazioni che s' interpretavano ad arbitrio. Qualunque opinione avessero gli astronomi delle comete, non si davano alcuna premura di osservare de' corpi che, dopo essere comparsi su l'orizzonte per brevissimo tempo, scomparivano a un tratto senza lasciare speranza di ritorno. L'astronomia delle comete è una scienza moderna, di cui parlerò in seguito. Qui però la giustizia esige che io renda omaggio a Seneca: egli, per lo sforzo di una filosofia superiore alle idee del suo secolo, non adottava i pregiudizj ricevuti su la natura delle comete. Non sono, egli dice (1), del parere de' nostri filosofi; io

(1) *Senec. Nat. Quest. lib. 7, cap.* 22, 24 e 25

« non riguardo già le comete per fuochi pas-
« saggeri, ma per una delle opere eterne della
« natura .... Deve egli far meraviglia che le
« comete, spettacolo sì raro nel mondo, non
« sieno ancora sottoposte a leggi sicure, e
« che non si conosca il principio ed il fine
« della rivoluzione di questi corpi, che non
« ricompariscono che a capo d' un grande
« intervallo? .... Il tempo e le ricerche con-
« durranno a lungo andare la soluzione di
« questi problemi .... Verrà un tempo in
« cui i nostri discendenti si stupiranno della
« nostra ignoranza sopra verità così chiare. »

Lavori de' filosofi pitagorici nell' astronomia.

La scuola fondata da Pitagora in Italia faceva uno studio particolare dell' astronomia. Pitagora, secondato da' suoi primi discepoli, dimostrò ad evidenza la rotondità della terra, che Anassimandro aveva soltanto sospettata. Avendo osservato che la medesima stella sembra alzarsi o abbassarsi, per un viaggiatore che va da un luogo ad un altro un poco lontano, conclusero, contro la testimonianza de' sensi, che la superficie della terra non deve formare un semplice piano esteso in linea retta, ma un inviluppo curvo e sfe-

rico . Pitagora ebbe un' altra idea egualmente vera, ma ben più straordinaria, avuto riguardo al tempo in cui viveva : egli giudicò che il sole è immobile nel centro del mondo planetario, e che la terra gli gira intorno negli spazj celesti, cogli altri pianeti : sistema sviluppato e dimostrato ne' tempi moderni. Ma siccome quest' opinione feriva allora apertamente le apparenze ed i pregiudizj volgari, Pitagora si ristringeva a comunicarla in segreto a' suoi discepoli, sia che non potendo stabilirla sopra un numero sufficiente di osservazioni, egli la riguardasse come semplice ipotesi molto verosimile, sia che temesse per avventura, col pubblicarla, d' esporsi alla pubblica derisione, ovvero ancora, ciò che era più pericoloso, di sollevare contro di sè l' ignoranza ed il fanatismo. Difatti, questi due nemici dell' umana ragione hanno esercitato il loro dispotismo e le loro persecuzioni in tutti i secoli. Si sa che circa cent' anni dopo Pitagora, il filosofo Anassagora fu accusato d' empietà, e condannato al bando per aver detto che il sole era *una massa di materia infiammata* : alcuni autori aggiungono che egli non evitò l' ultimo supplizio che pel credito di Pericle, suo discepolo ed amico.

Sforzi degli astronomi per fissare la misura del tempo.

La misura del tempo essendo l'oggetto principale o piuttosto il fondamento di tutta l'astronomia, gli antichi ed i moderni hanno fatto gli ultimi sforzi per determinare esattamente, e paragonare insieme i movimenti del sole e della luna, sui quali si appoggia questa misura universalmente.

Alcune imperfette osservazioni avevano da principio fatto credere che l'anno solare fosse di 365 giorni: si trovò gradatamente ch' esso era sensibilmente più lungo; gli Egiziani ed i primi astronomi greci lo portarono a 365 giorni 6 ore: il che eccede la sua vera durata di circa 11 minuti. Questo importante elemento dell' astronomia si è successivamente perfezionato sino a' nostri giorni, e finalmente, per la combinazione di molte osservazioni antiche e moderne, gli si dà presentemente, per valore, 365 giorni 5 ore 48 minuti e 48 in 49 secondi.

La luna, benchè a noi più vicina, e nel suo movimento più rapida del sole, presenta nondimeno maggiori difficoltà per la misura della sua rivoluzione. Sono state ne-

cessarie molte osservazioni e molti calcoli per riconoscerne la durata rapporto al primo punto dell' ecclittica, al sole, alle stelle fisse, all' apogèo ed ai nodi dell' orbita lunare.

Si credette per lungo tempo che il mese sinodico fosse soltanto di 29 giorni e mezzo: per evitare la frazione, si suppose che i dodici mesi sinodici compresi nell' anno solare sarebbero alternativamente di 29 giorni e 30 giorni; i primi furono detti *mesi cavi*, e gli altri *mesi pieni*. Questa determinazione era molto difettosa, poichè non dava che 354 giorni per la durata dell' anno lunare, o di dodici mesi sinodici, mentre la vera durata di quest' anno deve essere la stessa di quella dell' anno solare, cioè a dire, molto all' incirca, 365 giorni, 5 ore 48 minuti 48 secondi.

Allorchè fu riconosciuta l' inesattezza di questo paragone, si cercarono diversi mezzi di correggerlo coll' intercalazione di alcuni giorni o di alcuni mesi lunari sopra un dato numero di rivoluzioni solari. Tutto ciò altro non era che un palliativo, e gli errori ritornavano sempre colla successione de' tempi. Gli Egiziani avendo compreso assai per tempo la difficoltà di stabilire un' esatta corrispondenza tra i moti del sole e della luna, presero unicamente il moto del sole per base

della misura fondamentale del tempo, contentandosi di riferirvi presso a poco il moto della luna, la cui cognizione era necessaria pel calcolo degli ecclissi. Per una simile considerazione, altri astronomi, ed in particolare gli Arabi, regolarono la misura del tempo sul moto della luna.

Gli astronomi greci si ostinarono a voler conciliare i movimenti di questi due astri: un' infaticabile perseveranza in questa ricerca, fece loro intraprendere moltissime nuove osservazioni, nelle quali usarono tanta esattezza e tanta critica, che a questo lavoro si deve attribuire la principal cagione de' progressi della greca astronomia.

Periodo di Cleostrato.

Anno inn C. 550.

Un poco dopo Talete, un astronomo dell' isola di Tenedo, per nome *Cleostrato*, propose un periodo lunisolare di otto anni solari, composto di quattro periodi parziali, ch' erano ciascuno di due anni, e ne' quali s' intercalava soltanto tre volte un mese lunare pieno. I tre mesi intercalari si aggiungevano alla fine del terzo, del quinto e dell' ottavo anno. Questo periodo fu chiamato *ottaeteride*: esso è semplicissimo, come si scorge; e sarebbe perfettamente esatto, se l'anno

solare fosse di 365 giorni e 6 ore, e l'anno lunare di 354 giorni: poichè gli otto anni darebbero 2922 giorni, e gli otto anni lunari, aumentati di 90 giorni, che formano il valore de' tre mesi intercalari, danno parimente 2922 giorni. Ma le due basi del periodo essendo erronee, esso s'appoggia sul falso, e non si tardò guari ad accorgersi che esso molto si scostava del vero.

Ciclo metoniano.

Anno inn.C. 433.

Molti altri tentativi del medesimo genere non ebbero un successo migliore. Si andava nondimeno accostandosi viemmaggiormente allo scopo: due astronomi ateniesi, Metone ed Eutemone, ebbero, almeno per un tempo, la gloria d'averlo conseguito. Combinando con sagacità tutte le osservazioni finallora conosciute, formarono un periodo lunisolare, ossia un ciclo di diciannove anni solari, dodici de' quali erano composti di dodici lunazioni, e gli altri sette di tredici lunazioni; il che in tutto faceva 235 lunazioni. Eglino distribuirono per intervalli, su la durata totale degli anni del ciclo, i numeri disuguali di lunazioni. Gli anni ne' quali s'intercalava erano il 3.°, il 6.°, l'8.°, l'11.°, il 14.°, il 17.°, ed il 19.°,

Inoltre, invece di supporre, secondo l'uso ordinario, che l'anno lunare fosse composto di sei mesi pieni e sei mesi voti, formano le loro 235 lunazioni con 125 mesi pieni e 110 mesi voti; il che dà 6940 giorni per la durata totale di 235 lunazioni. Questa durata è altresì presso a poco quella di 19 anni solari. Il ciclo fu posto in uso a contare dal 16 luglio dell' anno 433 avanti Gesù Cristo; fu chiamato il *ciclo metoniano*, appunto perchè Metone ebbe la principal parte nell' invenzione.

Questa scoperta, in cui si osservò una grande scienza astronomica, e tutte le apparenze di una grande esattezza, ebbe tal successo e tale grido nella Grecia, che si fece scolpire a lettere d' oro sopra tavole di bronzo, l' ordine del periodo, donde gli è venuto il nome di *numero d' oro*. Esso ha servito di base, per lungo tempo, al calcolo del calendario presso tutte le nazioni dell' Europa; è altresì ancora in uso, medianti le modificazioni e cambiamenti di cui si è riconosciuto aver bisogno di tempo in tempo: perciocchè, a rigore astronomico, esso manca di giustezza, tanto rapporto al moto della luna, quanto a quello del sole. I 6940 giorni superano la vera durata delle 235 lunazio-

ni di circa 7 ore e 28 minuti, e la durata vera de' 19 anni solari di circa 9 ore, e 28 minuti; inoltre, i novilunj, i plenilunj ed altre fasi non accadono esattamente, alle medesime epoche, da un ciclo all' altro.

Essendo questi difetti divenuti sensibili al termine di quattro o cinque cicli, Callipe, altro astronomo ateniese, propose un nuovo ciclo composto di 76 anni solari, ossia di 4 cicli metoniani, da cui levava un giorno al termine di questo tempo, di modo che il periodo comprendeva tre parti, ciascuna di 6940 giorni, ed una quarta di 6939 giorni soltanto. In tal modo, scostandosi dalla semplicità del ciclo metoniano, ottenne maggiore esattezza; ma i movimenti della luna e del sole non erano ancora rappresentati, nè l' uno nè l' altro, con una sufficiente precisione; ed il gran problema dell' assoluta coincidenza di questi movimenti rimaneva sempre da risolvere. Gli astronomi greci posteriori fecero vani sforzi per superare interamente la difficoltà.

Anno inn. C. 338.

Tutte le nazioni hanno avuto de' cicli, e de' calendarj particolari: nessuna è riuscita, nè poteva riuscire a far coincidere perfettamente i moti del sole e della luna.

Ostacoli alla perfezione de' cicli.

I lettori versati nella teoria della gravitazione universale de' corpi celesti ne comprenderanno facilmente la ragione. Un ciclo perfetto dovrebbe, col rinnovarsi continuamente, ricondurre il sole e la luna al medesimo punto del cielo alla fine d'ogni rivoluzione; ed i novilunj, i plenilunj, ec. alle medesime epoche, da un ciclo all'altro. Ora, la riunione di tutte queste condizioni è come impossibile. Di fatti, 1.° il moto della luna intorno alla terra essendo continuamente alterato dall'attrazione del sole, e dalle attrazioni degli altri corpi celesti del nostro sistema planetario; e medesimamente il moto apparente del sole intorno alla terra, ossia il moto reale della terra intorno al sole, essendo turbato dall'attrazione della luna e degli altri pianeti, non sarebbe egli un puro effetto dell'azzardo, che in due cicli consecutivi, soprattutto se non sieno brevissimi, la luna e la terra si trovassero ciascuna esattamente nella medesima situazione rapporto alle forze che le sollecitano, e che i tempi delle rivoluzioni ciclari fossero esattamente eguali? 2.° Quand'anche i tempi delle rivoluzioni ci-

clari fossero eguali, gli intervalli di tempo compresi tra le fasi della medesima natura, nella successione de' cicli, non sarebbero eguali; perciocchè, i tempi per esempio da un novilunio all'altro variano continuamente, e sono soggetti a molte ineguaglianze prodotte dalle attrazioni de' corpi circonvicini. Ecco adunque una nuova sorgente d' imperfezione ne' cicli. Concludiamo ch' essi non possono giammai servire che ad indicare appresso a poco la corrispondenza de' moti del sole e della luna. Il calcolo astronomico è incomparabilmente più sicuro ed esatto: quindi le dotte società hanno l' uso, da più d' un secolo, di pubblicare delle effemeridi per far conoscere anticipatamente lo stato del cielo a' marinai ed agli osservatori: raccolte per verità utilissime agli uni ed agli altri.

Lavori astronomici della scuola platonica.

Fino dallo stabilimento della scuola di Platone, si formarono molti astronomi, i cui utili lavori sono perduti, o non sono conservati che in sostanza e per frammenti in alcune opere antiche. Si distingue principalmente tra questi astronomi Eudosso, che abbiamo già citato come geometra. Egli era

grande osservatore; aveva scritto molte opere d'astronomia; si mostrava ancora, lungo tempo dopo la sua morte, l'osservatorio che aveva fatto costruire a Gnido sua patria. Egli pubblicò, per più anni, delle effemeridi celesti rinomatissime che si affigevano ne' pubblici luoghi, come al Pritaneo in Atene.

Alcuni autori parlano vagamente di una sfera di Eudosso, alla quale attribuiscono un' antichità di mille dugento o mille trecento anni innanzi Gesù Cristo. Altronde non si conosce in verun modo questo antico Eudosso. Questa oscurità ha dato luogo ad altri dotti di pensare più verosimilmente che la spiegazione de' moti celesti, conosciuta sotto il nome di *sfera* di *Eudosso*, sia l'opera del filosofo platonico, e che quindi non risalga che al quarto secolo avanti l'era cristiana. Essa era destinata a far conoscere, pel clima della Grecia, lo spuntare e il tramontare del sole e della luna, le costellazioni, i novilunj, ec. Il nostro filosofo astronomo aveva composto, sopra queste materie, due opere conosciute e citate dagli antichi astronomi: una conteneva la descrizione delle costellazioni, l'altra trattava del loro levare e tramontare.

È stato fatto il rimprovero ad Eudosso d'avere tentato di render ragione delle appa-

renze de' pianeti, con un meccanismo complicatissimo e pochissimo verosimile, in cui adoperava moltissimi cerchj incastrati gli uni negli altri, e sottoposti a movimenti contrari, pressochè incompatibili. Ma poteva egli far meglio nel tempo che visse, ignorando, o non osando ammettere il moto della terra, che spiega tutto ciò in un modo così semplice; e non merita egli qualche riconoscenza di avere almeno data l'idea di chiamare la meccanica in soccorso dell'astronomia?

Anno inn C. 276.

Sotto Antioco-Gonata re di Macedonia, Arato pose in versi greci, per ordine di questo principe, l'astronomia conosciuta a' suoi tempi. Questo poema, a noi pervenuto tutto intero, è diviso in due libri, il primo dei quali, sotto il titolo di *Fenomeni*, contiene la spiegazione della sfera di Eudosso; l'altro intitolato *i Pronostici*, non nel senso dell' astrologia giudiziaria che allora non avea per anche infetta l'astronomia, espone i segni fisici, forieri della pioggia, e del tempo bello o cattivo. Egli ebbe molta riputazione tra gli antichi. Cicerone ha tradotto in latino i *fenomeni*; noi abbiamo altresì una gran parte del poema, tradotto nella medesima lingua da Germanico, quel principe sì caro a' Romani, vittima della crudele gelosia di Tibe-

rio ; finalmente , n' esiste ancora una terza traduzione , fatta da Avieno che viveva sotto Teodosio .

Anno inn C. 380.

Mentre l' astronomia faceva passi tanto grandi nella Grecia, era coltivata con successo da alcuni popoli occidentali dell' Europa . Si contano in questo numero gli antichi Galli . Cesare (1) riferisce che i druidi tra le istruzioni che davano alla gioventù , le insegnavano particolarmente ciò che riguarda il moto degli astri , e la grandezza del cielo e della terra, cioè a dire l' astronomia e la geografia . Se i Galli non hanno lasciato osservazioni ; e se il tempo le ha distrutte, noi sappiamo però che erano versatissimi nella navigazione , che è essenzialmente connessa coll' astronomia . Domenico Cassini (2) , nel suo saggio sopra l' *origine ed i progressi dell' antica astronomia*, racconta che essi avevano fondato delle colonie su le coste di Spagna , sul Ponte Eusino , ed in molti altri luoghi .

Piteo, celebre astronomo , nativo di Marsiglia , osservò in questa città l' altezza meridiana del sole , nel tempo de' solstizj , per

Anno in. C. 380.

---

(1) *Com. lib.* I .

(2) *Ant. Mem. dell' Acc. tom.* VIII.

mezzo d'un gnomone. L'oggetto di questa osservazione era semplicemente di determinare la latitudine di Marsiglia. Dal confronto del risultato con quello delle osservazioni moderne, alcuni astronomi hanno concluso che l'obbliquità dell'ecclittica era diminuita, dopo quel tempo, di circa un minuto per secolo. Ma questo punto di fatto non è bastantemente rischiarato.

Questo filosofo medesimo non si ristrinse già ad osservare i fenomeni della natura nel suo paese: viaggiò ne' paesi lontani; penetrò molto innanzi verso il Nord, per l' Oceano occidentale. A misura che avanzava, egli notava un progresso sensibile nella diminuzione delle notti nel solstizio d'estate. Giunto ad un' isola, che chiamò *Isola di Tule*, vide che il sole spuntava quasi così presto come era tramontato; lo che accade nell' Islanda, e nelle parti settentrionali della Norvegia: laonde si concluse che aveva penetrato in que' climi. Gli antichi che li riguardavano come inabitabili, trattavano di favole le relazioni di Piteo; ma i navigatori moderni hanno riconosciuta la verità de' fatti che aveva avanzati, e gli hanno assicurata la gloria di avere il primo appreso a distinguere i climi

dalla differente lunghezza de' giorni e delle notti.

Anno av.G.C. 330.

Il gusto d'Alessandro per le scienze, e la brama soprattutto di far conoscere alla posterità i paesi ove portate aveva le sue conquiste, furono utilissimi all'Astronomia, ed in generale a tutte le parti della Filosofia naturale. Aristotile scrisse, per ordine di questo principe, varie opere sopra quelle materie. In quella che ha per titolo, *De Coelo*, egli prova la forma sferica della terra per la rotondità dell'ombra che getta su la luna negli ecclissi di questo satellite; egli la prova altresì pei cambiamenti che sembrano accadere alle altezze delle stelle, a misura che ci allontaniamo o avviciniamo ai poli. Il libro *De Mundo*, che si attribuisce al medesimo filosofo, contiene una descrizione dell'antico mondo, che l'autore divide in tre gran continenti, l'Europa, l'Asia e l'Africa. Ma il più importante servigio che Alessandro abbia reso alle scienze, fu di far prendere una cognizione esatta e particolare de' paesi del suo dominio, non solo dietro la stima e le relazioni sempre incerte de' viaggiatori, ma per mezzo di misure immediate, ed osservando la corrispondenza degli oggetti terrestri colle posizioni delle stelle nel cielo. Fino d'allora,

la geografia, congiunta coll' astronomia, divenne a poco a poco una vera scienza che si estese e perfezionò, ed il cui commercio ritrasse massimi vantaggi per le comunicazioni che stabilì tra i popoli. Callistene, di cui ho già parlato, era incaricato della direzione di questo lavoro.

L' ipotesi della rotondità della terra era antichissima: essa aveva avuto la sua origine, come abbiamo già detto, dai tempi d' Anassimandro e di Pitagora. Si era altresì riconosciuto che la terra è distaccata dal cielo; che rimane in equilibrio nello spazio, e che non è d' una grandezza eccessiva: tutte queste idee erano fondate sull' osservazione del moto giornaliero degli astri d' Oriente in Occidente, e su i cangiamenti di posizione che si notavano nelle stelle, quando si viaggiava, presso a poco sotto il medesimo meridiano, verso il Nord e verso il Mezzodì. Ben presto il confronto del cangiamento apparente delle stelle colle lunghezze corrispondenti del cammino percorso su la terra, fe' nascere il pensiero di misurare la circonferenza della terra per mezzo dell' osservazione degli astri. Aristotile, il più antico autore di cui ci rimangono alcuni scritti sopra questo argomento,

si esprime in questo modo nel suo secondo libro *de Cælo*, cap. XIV.

« Negli ecclissi di luna (1), la linea che
« distingue la parte ecclissata è sempre cur-
« va; e siccome la luna è ecclissata dall'
« ombra della terra, egli è certo che que-
« sta apparenza è cagionata dalla circonfe-
« renza della terra, che è sferica. Di fatti,
« egli è evidente, dalle apparenze degli astri,
« che la terra è rotonda; inoltre la sua esten-
« sione non è molto considerevole, poichè
« per poco cammino che facciasi verso il
« Nord e verso mezzodì, l'orizzonte si di-
« versifica manifestamente, per modo che le
« stelle che sono su la nostra testa, vengo-
« no a cambiare e non sono più le mede-
« sime per quelli che viaggiano verso il
« Nord, come per quelli che viaggiano ver-
« so il Mezzodì » ... Aristotile soggiunge: « I
« matematici che si studiano di determinare
« la grandezza della circonferenza della ter-
« ra, dicono ch' essa è di 400000 stadj: »

Vi è tutta l'apparenza che per questi matematici Aristotile intenda i pitagorici.

---

(1) *Grand. e fig. della terra*, di *Giac. Cassini pag.* 12.

che riguardavano la terra come un astro, e la facevano girare intorno al centro del mondo, in modo da produrre le vicende de' giorni e delle notti: opinione che Aristotile medesimo confuta ne' capi precedenti. Si scorge ch' egli non parla che da storico intorno la misura della terra. Orazio (1) ci somministra una prova che questa misura deve essere attribuita ai pitagorici: perciocchè chiama *misuratore della terra* il filosofo pitagorico Archita, ch' era stato il maestro di Platone.

Eratostene, bibliotecario del museo di Alessandria, è il primo degli antichi di cui abbiamo una misura della terra, per mezzo d' un metodo conforme ai principj della geometria e dell' astronomia. Questa misura, ammirata al suo tempo come un prodigio dell' ingegno umano, ci è stata conservata da Cleomede (2). Eratostene sapeva che nel tempo del solstizio d' estate, il sole a mezzodì passava pel punto verticale della città di Siena, situata ne' confini dell' Etiopia, sotto il tropico del Cancro; si era costruito in par-

Anno inn. C. 280.

(1) *Lib.* 2 *od.* 28.

(2) *Cleom. cycl. theor. lib.* 1. *cap.* 10.

ticolare, in quella città, un pozzo che sul mezzodì, nel giorno del solstizio, era illuminato in tutta la sua lunghezza dal sole: egli sapeva ancora, ò almeno suppose (il che è vero ad un dipresso) che Alessandria e Siena erano situate sotto il medesimo meridiano. Dietro queste basi, fece costruire in Alessandria un emisfero concavo, sul fondo del quale si alzava uno stile verticale, il cui vertice era il centro di curvatura dell' emisfero; in seguito fingendo che la città di Siena fosse situata su la direzione verticale dello stile, l' ombra che andava a projettarsi su la concavità dell' emisfero, era la cinquantesima parte dell' intera circonferenza; Laonde conchiuse che l' arco celeste compreso tra Alessandria e Siena era della medesima quantità, e che parimente l' arco terrestre compreso tra queste due città, era la cinquantesima parte dell' intera circonferenza d' un cerchio massimo della terra. Ora, colla misura immediata di quest' arco, ritrovo che era di 5000 stadj; il che dà 250000 stadj per la lunghezza dell' intera circonferenza d' un cerchio massimo della terra, e $694\frac{4}{9}$ stadj per quella d' un grado. In seguito, alcuni astronomi volendo evitare la frazione, e credendo

certamente che non si potesse rispondere di cinque a sei stadj su la lunghezza del grado terrestre, portarono questa lunghezza a 700 stadj, il che dà 25200 stadj per la lunghezza dell' intera circonferenza.

Vi è un' altra antica misura della terra, riferita parimente da Cleomede, quella del filosofo Possidonio contemporaneo di Pompeo. Questo filosofo avendo saputo o osservato che la stella di Canope, in Rodi, compariva appena su l'orizzonte; e che in Alessandria da lui fissata sotto il medesimo meridiano, si alzava dalla quarantottesima parte della circonferenza celeste, il che corrisponde altresì alla quarantottesima parte della circonferenza terrestre, e supponendo che la distanza d' Alessandria a Rodi fosse di 5000 stadj, risultarono 24000 stadj per la circonferenza terrestre intera, e $666\frac{2}{3}$ stadj per un grado. Ma in seguito si riconobbe ben presto, che queste due determinazioni peccavano per eccesso, perchè Possidonio aveva fatta la distanza d' Alessandria a Rodi molto più grande che non era realmente. Strabone che scriveva la sua *Geografia* sotto Augusto, pretese che Eratostene avesse misurata questa distanza, e l' avesse trovata soltanto di 3750

stadj. Donde risultavano 180000 stadj per la lunghezza dell' intera circonferenza della terra, e 500 stadj per quella del grado.

Si tratterebbe ora di conoscere il rapporto dello stadio con alcuna delle nostre misure, affine di poter paragonare la grandezza del grado terrestre determinata dagli antichi, con quella che fu determinata dai moderni.

Alcuni autori pretendono che Eratostene e Possidonio abbiano adoperato lo stadio greco, che è di 94 tese 5 piedi; altri lo stadio egiziano, che è di $684 \frac{4}{5}$ piedi. Nella supposizione dello stadio greco, la prima misura del grado terrestre di Eratostene, vale il numero rotondo, 65854 tese; la seconda 66381 tese; la prima fatta da Possidonio 63018 tese; la seconda 47415 tese. Di queste quattro determinazioni, le tre prime peccano più o meno per eccesso, essendo il valore del grado terrestre di 57060 tese a un dipresso, secondo le misure moderne; la quarta pecca molto per difetto. Nella supposizione dello stadio egiziano, si trova che le tre prime determinazioni peccano considerabilmente per eccesso; la quarta dà 57065 tese; il che si accorda con pochissimo divario, colla misura

moderna. Ma quest' accordo non può essere che l' effetto dell' azzardo, o della falsa valutazione dello stadio; poichè i metodi di Eratostene e di Possidonio non sono suscettibili d'una grande precisione, e non possono a questo riguardo entrare in parallello coi metodi moderni. Non ispingerò più oltre questa discussione, sulla quale si possono altronde consultare parecchie eccellenti memorie sparse tra quelle dell'accademia delle belle lettere. Ripiglio la storia generale dell' astronomia al secolo d' Alessandro.

Progressi dell' astronomia greca.

L'impulso che questo principe diede all' astronomia greca, si accrebbe rapidamente per gli incoraggiamenti e le liberalità de' nuovi re d'Egitto, che andavano a cercare in tutti i paesi del mondo i dotti più illustri, e li traevano al museo d'Alessandria. Quivi, a contare dall'anno 295 avanti l'era cristiana, Aristotele e Timocari, fecero per uno spazio di venticinque anni una quantità immensa di osservazioni, tanto su la posizione ed il numero delle stelle, quanto sul movimento dei pianeti: osservazioni che servirono in seguito

Anno inn. C. 300.

di base a Tolomeo, per istabilire la sua teoria de' pianeti.

Anno inn. C. 281. Verso il medesimo tempo fioriva Aristarco di Samo, che si rese illustre nell'astronomia per molte scoperte o opinioni interessanti. Osservò un solstizio nell'anno 281 avanti l'era cristiana, secondo i calcoli di Tolomeo; il che fissa in modo preciso l'età di quest'astronomo, sul quale alcuni storici poco istrutti si esprimono con incertezza. Si ha di lui un metodo semplicissimo, benchè non molto esatto, per determinare il rapporto delle distanze della luna e del sole dalla terra: esso consiste nell' osservare il momento in cui il piano del cerchio che, nelle diverse fasi della luna, separa la parte illuminata dalla parte oscura, è diretto verso l'occhio dell'osservatore terrestre, e si projetta in linea retta sopra il disco lunare; a misurare allora l'arco celeste compreso tra la luna ed il sole, e finalmente a concepire un triangolo rettangolo, il cui angolo retto è nella luna, ed i tre lati sono le tre linee che congiungono la terra, la luna ed il sole: allora egli è chiaro che in questo triangolo sono noti i tre angoli, e quindi se ne può concludere il rapporto de' lati. In questo modo Aristarco trovò che il sole è diciotto

o venti volte più distante dalla terra che la luna; il che non è esatto, essendo la prima distanza tre o quattrocento volte maggiore della seconda: ma egli è molto d'avere intavolata la soluzione d'un problema allora sì difficile e sì complicato. Aristarco si acquistò, come geometra astronomo, una gloria più reale e più durevole, per le forti probabilità tratte dalle osservazioni con cui appoggiò il sistema di Pitagora sul moto della terra intorno al sole. Questa grande verità maturava in tal modo gradatamente nelle menti capaci di concepirla, finchè alla fine ebbe forza sufficiente per prodursi apertamente come Minerva uscendo tutta armata dal cervello di Giove.

Gli strumenti astronomici si perfezionano; Armille d' Eratostene.

Anno inn. C. 281.

L' emulazione de' filosofi, che s' applicavano all' astronomia, non fu la sola cagione de' suoi progressi: essa li dovette in parte all' invenzione d' alcuni nuovi strumenti, di cui s' arricchì successivamente, e col cui mezzo le osservazioni divennero più facili, più esatte e più numerose. Si citano, tra gli altri strumenti, le *armille* che Eratostene fe-

ce stabilire nel museo d' Alessandria. Esse erano, secondo la descrizione che ne dà Tolomeo, un aggregato di diversi cerchi molto simili alla nostra sfera armillare (1), che verosimilmente di là ebbe la sua origine. Vi era primieramente un cerchio grande che faceva la funzione di meridiano: l' equatore, l' ecclittica ed i due coluri formavano un aggregato interno, mobile intorno ai poli dell' equatore. In seguito vi era un cerchio che si rivolgeva sopra i poli dell' ecclittica, guernito di traguardi diametralmente opposti, e la cui parte concava toccava quasi l' ecclittica, dove portava un indice per riconoscere la divisione in cui era fermato. Tale è l'idea generale di questo strumento. Si applicava a più usi. Ecco, per esempio, come se ne faceva uso per determinare gli equinozj.

Essendo l' equatore dell' istrumento posto con grande attenzione, come doveva esser sempre, nel piano dell' equatore celeste, si aspettava l' istante in cui la superficie inferiore e la superiore non erano più illuminate dal sole, ovvero, ciò che era più sicuro, quello in cui l' ombra projettata dalla parte

---

Mont. t. 1. pag. 305.

anteriore convessa del cerchio sopra la parte concava, la copriva interamente. Egli è evidente, che questo momento doveva esser quello dell' equinozio. Allorchè ciò non accadeva, il che indicava che l' equinozio era avvenuto nella notte, si sceglievano due osservazioni, in cui quest' ombra projettata su la parte concava del cerchio fosse stata in una direzione contraria, ed il mezzo dell' intervallo tra queste osservazioni era riputato l' istante dell' equinozio.

Eratostene, non contento d' aver facilitato le osservazioni, ne fece moltissime egli stesso, ed aveva scritto molte opere su l' astronomia citate dagli antichi, ma di cui una sola, che è la descrizione delle costellazioni, è sfuggita alla distruzione del tempo. Il suo genio lo portava alle cose straordinarie. La sua misura della terra n' è una prova.

Di tutti gli antichi astronomi, nessuno ha tanto arricchita la scienza, nessuno si è fatto sì gran nome, quanto Ipparco nato nella città di Nicea in Bitinia. Egli tiene tra loro presso a poco il medesimo posto che Archimede tra i geometri. Cominciò ad osservare a Rodi, in seguito venne a stabilirsi in Alessandria dove ha eseguito tutti i lavori che hanno stabilito l' antica astronomia sopra

Anno inn. C. 140.

fondamenti certi, ed hanno somministrato ai moderni de' punti di paragone per una moltitudine di teorie astronomiche.

Durata dell' anno determinata da Ipparco.

Una delle sue prime cure fu di rettificare la durata dell' anno che si faceva prima di lui di 365 giorni 6 ore, e che riconobbe essere un poco troppo lunga, dal paragone d'una delle sue osservazioni fatta nel solstizio d'estate, con una simile osservazione fatta cenquarantacinque anni avanti da Aristarco di Samo, diminuì questa durata di circa 7 minuti; il che non era sufficiente. Ma se Ipparco non s'accostò di più al vero valore, bisogna certamente incolpare qualche inesattezza nell' osservazione d'Aristarco di Samo; poichè le proprie osservazioni d'Ipparco paragonate colle osservazioni moderne, danno 365 giorni 5 ore $49\frac{1}{2}$ secondi per la durata dell' anno: risultato che differisce appena d'un secondo da quello che si trova col paragone delle migliori osservazioni de' nostri tempi con quelle di Tico-Braé. Generalmente le osservazioni moderne in cui si adoperano i cannocchiali, sono molto più esatte di quelle

degli antichi astronomi che osservavano gli astri colla semplice vista a traverso de' traguardi. Ma nelle quistioni in cui gli errori inevitabili delle osservazioni sono divisi sopra un lungo intervallo di tempo, come nella presente circostanza, il paragone delle antiche osservazioni colle moderne può dare un risultato tanto esatto quanto quello che si ricava dal paragone di queste ultime.

Ipparco scopre l' eccentricità dell' ecclittica, e quella dell' orbita della luna.

Gli antichi astronomi supponevano che il sole camminasse uniformente in un' orbita circolare, col suo moto annuo; ma questa uniformità, che si credeva reale, era alterata, almeno in apparenza, relativamente alla terra. Si conosceva l' effetto all' ingrosso; Ipparco lo approfondì e ne assegnò la cagione. Osservò che il sole impiegava circa 94 giorni 12 ore per andare dall' equinozio di primavera al solstizio d' estate, e soltanto 29 giorni 12 ore dal solstizio d' estate all' equinozio d' autunno; il che dava 187 giorni, ad un dipresso, del tempo impiegato a percorrere la parte boreale dell' ecclittica, e 178 giorni soltanto per la parte australe. Conve-

niva quindi che il sole andasse o sembrasse andare più veloce nella parte australe dell' ecclittica, che nella parte boreale. Senza abbandonare l'ipotesi del moto uniforme reale del sole, Ipparco spiegò l'ineguaglianza del moto rapporto alla terra, collocando la terra ad una certa distanza dal centro dell' ecclittica: questa distanza, che chiamasi *l'eccentricità* dell' orbita solare, produceva, tra il moto reale ed il moto apparente, un' *equazione*, ora additiva, ed ora sottrattiva, per mezzo della quale si potevano far coincidere questi due movimenti, ad ogni istante. Determinò la grandezza dell' eccentricità, relativamente al raggio dell' ecclittica, come pure la posizione della linea degli *absidi*, o della linea che congiunge i punti diametralmente opposti, in cui trovasi il sole, nella sua massima e minima distanza dalla terra. Egli fece osservazioni e calcoli simili per l' orbita lunare. Dietro queste basi, ridusse i moti del sole e della luna in *tavole*, le prime di cui sia fatta menzione in questo genere. Tutte queste determinazioni erano presentate come *saggi*, che il tempo, e le nuove osservazioni dovevano perfezionare. Il progetto d' Ipparco era di costruire tavole simili pei moti de' cinque pianeti, Mercurio, Venere, Marte, Gio-

ve e Saturno; ma non giudicando egli medesimo che le osservazioni allora conosciute potessero somministrare elementi sufficientemente esatti, abbandonò questo lavoro.

Quantunque le eccentricità delle orbite del sole e della luna, determinate da Ipparco, non sieno molto lontane dal vero; si dee nondimeno osservare ch' esse erano affette da un vizio radicale: supponevano che queste orbite fossero cerchj perfetti. Gli antichi non avevano alcun sospetto che i pianeti descrivessero realmente delle ellissi: a maggior ragione ignoravano che queste ellissi sieno esse stesse continuamente alterate e deformate dalla gravitazione universale e reciproca degli astri.

Ipparco scuopre la precessione degli equinozj.

Ipparco fece un' altra scoperta, che essendo confermata e perfezionata dal tempo, è divenuta uno de' principali fondamenti dell' astronomia. Paragonando le sue osservazioni con quelle d' Aristillo e Timocari, fatte cencinquant' anni prima, trovò che le stelle conservavano sempre le medesime posizioni rispettive, ma che tutte avevano o sembravano avere, secondo l' ordine de' segni del zodiaco, o d' Occidente in Oriente, un piccolo mo-

vimento la cui quantità era di due gradi in cento cinquant' anni, ossia di 48 secondi in un anno. L'attenzione continuata colla quale si è osservato e studiato questo movimento, ha fatto conoscere ch' esso è un poco più di 50 secondi all' anno. Laonde risulta che il sole ed una stella, partendo l' uno e l' altra del medesimo punto dell' ecclittica, ed andando d' Occidente in Oriente con velocità che stiano tra loro nel rapporto di 360 gradi a cinquanta secondi di grado, il sole ritornerà al punto di partenza, in un tempo più breve di quello del suo ritorno alla stella, della quantità corrispondente a 50 secondi di grado. Il calcolo c' insegna che il primo tempo che forma l' anno tropico, essendo di 365 giorni 5 ore 48 minuti 49 secondi, il secondo, ossia l' anno sidereo, è di 365 giorni 6 ore 9 minuti 10 secondi. Si rileva che la rivoluzione tropica riconduce i solstizj e gli equinozj prima che la rivoluzione siderea sia compita, ossia che i punti equinoziali sembrano retrocedere rapporto alle stelle. Di qui è venuta la denominazione di *precessione degli equinozj*, che si dà a questo moto d' anticipazione degli equinozj sopra la rivoluzione siderea. Si vedrà in seguito la cagione fisica della precessione degli equinozj, con quella

delle variazioni alle quali è soggetta. Si indicherà altresì la quantità e la cagione della terza specie d' anno, ossia dell' anno anomalistico.

Ipparco prende a determinare la distanza del sole dalla terra.

Il metodo che Aristarco di Samo aveva dato per determinare il rapporto delle distanze dal sole e dalla luna alla terra, era imperfettissimo, come abbiamo già notato; ed altronde non poteva far conoscere le quantità assolute di queste distanze. A questo metodo Ipparco ne sostituì altri più completi, ne' quali fece principalmente uso delle parallassi.

Si sa che la parallasse d'un astro è la quantità angolare compresa tra il luogo a cui l' astro è riferito nel cielo, essendo veduto da un punto dato della superficie della terra, ed il luogo a cui sarebbe riferito, se fosse osservato dal centro della terra: essa è nulla, quando l' astro è nel zenit dell' osservatore, e la massima, quando è nell' orizzonte. Le parallassi de' pianeti ordinarj, come la Luna, Marte, Giove; ec. sono facili a determinare: e quindi se ne conclude la

distanza dal pianeta alla terra. La distanza dal sole alla terra è d' una ricerca più delicata e più suscettibile d'errore. Per arrivare a trovarla, Ipparco cominciò a calcolare la distanza dalla luna alla terra, in parte del raggio della terra, ossia per mezzo della parallasse orizzontale della luna; lo che non aveva difficoltà alcuna, poichè il seno della parallasse orizzontale d'un astro è come il seno dell' angolo sotto cui si vede il suo semidiametro orizzontale, e che nel caso presente si ha un triangolo rettangolo, nel quale si conoscono i tre angoli, ed un lato, vale a dire il raggio della terra, per la misura di Eratostene. Laonde risulta la cognizione dell' ipotenusa, ossia la distanza dalla luna al centro della terra. In seguito avendo misurato il diametro apparente del sole, come aveva misurato quello della luna, ed avendo calcolato, dalla durata d' un ecclissi di luna, la larghezza del cono ombroso traversato dalla luna; formò, con tutti questi dati, dei triangoli e delle analogie, col cui mezzo potè concludere che la distanza dal sole alla terra eguagliava presso a poco da mille dugento a mille trecento volte il raggio della terra, ossia che la parallasse orizzontale del sole era di circa tre minuti. Questo risultato è molto

lontano dal vero; ma non farà meraviglia, se si consideri che Ipparco ha adoperato nei suoi calcoli una moltitudine di elementi che non potevano essere determinati al suo tempo con sufficiente precisione. Di fatti, i moderni, arricchiti di tutte le cognizioni de' loro predecessori, e muniti de' migliori strumenti, non sono pervenuti che assai tardi a determinare esattamente la parallasse orizzontale del sole: non sono più di cent' anni che Lathire ed i Cassini la facevano di quindici secondi, mentre realmente secondo le migliori osservazioni de' nostri giorni, essa è soltanto di circa otto secondi; il che viene a rilegare il sole prodigiosamente lontano negli spazj celesti.

Enumerazione delle stelle fatta da Ipparco.

Uno straordinario fenomeno, la disparizione quasi subitanea d' una grande stella, al tempo d' Ipparco, eccitò questo infaticabile astronomo a fare l' enumerazione delle stelle, ed a notare le loro configurazioni, le rispettive posizioni, ec. onde porre la posterità in istato di riconoscere se esse sieno corpi permanenti, invariabilmente attaccati alla volta del cielo, conservanti sempre tra

loro la posizione medesima, ovvero se, indipendentemente dal moto che produce la precessione degli equinozj, esse non sieno altresì soggette ad altri movimenti irregolari e sconosciuti, nel qual caso non si potrebbe più ad esse riferire il moto degli astri erranti. Egli fu ammirato e celebrato da tutte le dotte nazioni. Plinio ne parla con entusiasmo. *Ipparco*, egli esclama, *non è mai stato abbastanza lodato: niuno ha provato al pari di lui, che l' uomo è vincolato col cielo, e che il suo spirito è una porzione della divinità...... lasciando così il cielo in retaggio a quelli che saprebbero rendersene padroni!*

Ipparco congiunge invariabilmente la geografia coll' astronomia.

A tante importanti ricerche immediatamente relative al progresso dell' astronomia, Ipparco accoppiò il merito di applicare questa scienza ad usi familiari, della massima utilità per la cognizione de' paesi e la propagazione del commercio. Egli ridusse a principj certi ed invariabili il metodo di determinare la posizione degli oggetti terrestri, per mezzo della latitudine e longitudine, di cui si erano già concepite alcune nozioni nel

tempo d'Alessandro. I punti principali essendo una volta fissati immediatamente dalle osservazioni astronomiche, i dettagli topografici pel cui mezzo vengono tra loro collegati, non sono più altro che operazioni facili, che si eseguiscono, e si abbreviano per mezzo di diversi strumenti, come il grafometro, la tavoletta, ec.

I limiti di questo saggio mi costringono di passare sotto silenzio altre opere d'Ipparco, come le sue ricerche sul calendario, sul calcolo astronomico, ec. Egli aveva altresì intrapreso di rettificare la misura che Eratostene aveva data sopra la grandezza della terra; ma non si conosce quella ch' egli vi sostituiva.

Egli fu seguito da parecchi astronomi, che senza eguagliare il suo genio ed il suo sapere, contribuirono nondimeno ai progressi della scienza, colle nuove osservazioni onde la arricchirono, o con opere nelle quali ne esponevano la teoria.

Anno inn C. 60.

La posterità conta nel numero dei benefattori dell' astronomia il filosofo Possidonio, che ho già citato al proposito della misura della terra. Egli abitava nell' isola di Rodi, ove fece molte osservazioni. Aveva costruito, per rappresentare lo stato del cie-

lo, una sfera movente, di cui parla Cicerone (1) con maraviglia.

Se Possidonio non è stato un astronomo del primo ordine, merita però di fermare ancora per un momento i nostri sguardi, pel suo carattere morale e per la sua esistenza sociale. Egli fu un celebre stoico, che godeva la più alta considerazione nel suo paese, e tutta la stima de' Romani. Un giorno Pompeo, passando per l'isola di Rodi, andò a fargli visita, e proibì a' suoi littori di battere alla porta, come era l'uso: *in tal modo*; dice Plinio (2), *quegli innanzi a cui l'Oriente e l'Occidente si erano abbassati, abbassò egli medesimo i suoi fasci avanti la porta d'un filosofo!* La rigidità de' principj stoici di Possidonio è conosciuta per mezzo d'un motto notabile. In un discorso che pronunciava davanti al medesimo Pompeo, fu ad un tratto colpito da un sì violento accesso di gotta, che il sudore gli cadeva a torrenti lungo il viso: sopportò da principio quest' orribile tormento con coraggio, senza dolersi, senza cangiar tuono, senza turbarsi nel suo discor-

(1) *Tusc.* 1 *Nat. Deor.* 1.
(2) *Hist. Nat.*

so; finalmente, la natura essendo la più forte, lasciò scappare questo grido, soffocato tosto dall'orgoglio filosofico: *Dolore, tu non mi vincerai; non confesserò mai che tu sii un male!*

Cleomede, un poco posteriore, ci ha lasciata un' opera intitolata: *Cyclica theoria metereorum seu motuum coelestium*, dove tratta della sfera, de' periodi de' pianeti, delle loro distanze, delle loro grandezze, degli ecclissi, ec. Egli medesimo protesta d'avere ricevuto tutte queste cognizioni da Pitagora, Eratostene, Ipparco, Possidonio, sia per tradizione, sia per mezzo di scritti. Ma la di lui opera è preziosa come la più antica che ci sia pervenuta sopra queste materie.

Noi diciamo presso a poco la stessa cosa degli elementi di astronomia di Gemino, contemporaneo di Cleomede, secondo alcuni indizj. Gemino parla molto a lungo delle osservazioni de' Caldei, e de' periodi lunisolari che avevano immaginati. Il sistema che propone sopra la disposizione e movimento dei pianeti è quello che fu sviluppato e spiegato cencinquant' anni dopo da Tolomeo.

Il lettore non si aspetta certamente di trovare Giulio Cesare tra gli astronomi; ma noi non dobbiamo rapirgli questa gloria, per-

Anno di C. 46.

chè egli era di fatti versatissimo nell' astronomia, e perchè rese in particolare un importante servigio al calendario romano. Numa Pompilio, secondo re di Roma, aveva stabilito questo calendario; alcune inesattezze nelle basi, e nuovi errori accumulati, vi avevano gradatamente introdotta tale confusione, che al tempo di Cesare i mesi d'autunno corrispondevano all' inverno, quelli d' inverno alla primavera, ec. Cesare, divenuto dittatore, fe' venire l'astronomo Sosigene da Atene a Roma, per lavorare unitamente ad esso lui alla riparazione di questo disordine. Cominciarono a supporre che l'anno 708 di Roma fosse di quattordici mesi, affine di ristabilire l'ordine delle stagioni. In seguito presero per base che la durata dell' anno comune fosse di 365 giorni 6 ore; questo fu chiamato l'anno *Giuliano*, dal nome di Giulio Cesare. Ma siccome questa durata eccedeva di sei ore l'antico anno egiziano, e che sarebbe stata cosa incomoda, per gli usi civili e politici, di far cominciare l'anno quando ad una certa ora d'un giorno, e quando ad un' altra; si stabilì che il principio d'ogni anno caderebbe costantemente nella medesima ora d'un giorno, che l'anno comune sarebbe di 365 giorni, e che si lascerebbero

accumulare le sei ore per tre anni, a capo de' quali si aggiungerebbe un giorno, di modo che il quarto anno sarebbe di 366 giorni. Il giorno additivo o intercalare si pose nel mese di febbraio. Nell' anno comune, il 24 di febbraio era chiamato il sesto delle calende di marzo, o il sesto giorno avanti le calende di marzo; Cesare ordinò che questo giorno medesimo fosse contato due volte ogni quarto anno. Vi furono quindi due giorni, ciascuno de' quali portava il nome di sesto giorno avanti le calende di marzo. Conseguentemente queste specie d' anni si chiamarono *anni bisestili*.

Questa forma di calendario era molto semplice; ma era appoggiata su l' ipotesi che la durata dell' anno sia di 365 giorni 6 ore; il che non è esatto, essendo la vera durata dell' anno più breve di circa undici minuti. Le differenze accumulate esigettero una riforma a questo calendario: ritornerò in seguito su questo argomento.

Si citano alcuni illustri romani, come Cicerone, Varrone, ec., siccome dottissimi nell' astronomia; ma non rimane alcun monumento delle loro osservazioni o cognizioni in questo genere.

Anno inn.C. 6.

Sotto il regno d'Augusto comparve il poema latino di Manilio, intitolato *Astronomicon*, ossia gli *Astronomici* (1). Esso è diviso in sei libri; contiene come quello d'Arato, la spiegazione de' moti celesti, secondo la sfera d'Eudosso. La poesia è bella; si ammirano soprattutto gli esordj de' libri e le digressioni morali. Sfortunatamente esso è infetto di tutti i vaneggiamenti dell' astrologia giudiziaria. Questa è la prima volta che quest' arte ingannatrice si mostra negli scritti degli antichi, ed è sviluppata in corpo di dottrina sistematica; non se ne trova vestigio alcuno nel poema d'Arato, nè nelle relazioni de' lavori di Talete, Pitagora, Ipparco, ec. Essa ha preso la sua origine nella naturale propensione che gli uomini, soprattutto i principi ed i grandi, hanno a credere il maraviglioso, ed a ricevere senza esame tutto ciò che tende a lusingare la vanità. Avidi ciarlatani, istrutti in alcuni segreti dalla natura, se ne fecero un mezzo per accreditarsi presso i grandi, e persuaderli

(1) *Pingré ha dato nella lingua francese* (1783) *una traduzione di Manilio, alla quale ha unito alcune note che valgono più di tutto il fondo del poema.*

che i loro destini e quelli degli imperi erano scritti nel cielo: azzardarono equivoche e misteriose predizioni, colle quali era sempre facile di far concorrere gli eventi; l' errore si diffuse e gettò profonde radici; esso è durato più di mille seicento anni, e finalmente non è soccombuto che sotto i raddoppiati colpi della filosofia. Ma per una deplorabile fatalità, che sembra condannare gli uomini ad essere eternamente ingannati, la ciarlataneria si riproduce continuamente sotto nuove forme, più o meno grossolane, e si vede in tutti i tempi usurpare senza pudore i posti e le ricompense dovute ai veri talenti, al genio ed alla virtù,

Anno inn. C. 55.

Menelao, di cui abbiamo già parlato come geometra, si distinse ancora nell' Astronomia, per eccellenti osservazioni, e per la scoperta de' principali teoremi di Trigonometria sferica, necessarj o utili per sottoporre le osservazioni al calcolo.

L' Astronomia cominciava a languire nella scuola d' Alessandria, allorchè il celebre Tolomeo venne a rianimarla, ad aumentare le sue ricchezze, a metterc più d' ordine, più di insieme in tutte le sue parti, ed a riunire, per così dire, i suoi membri sparsi da ogni parte negli scritti o tradizioni che esistevano

al suo tempo. Alcuni lo fanno nascere a Pelusa, altri a Tolemaide in Egitto. Ciò non è di alcuna importanza; basta di sapere ch' egli venne assai per tempo in Alessandria e che ivi ha eseguito i suoi immensi lavori.

La sua opera principale, intitolata *Almagesto*, (1) contiene tutte le antiche osservazioni, tutte le antiche teorie, alle quali aggiungendo le proprie ricerche, Tolomeo ha formato del tutto insieme la collezione più completa che sia comparsa sopra l'antica Astronomia, e che può ancora in questo genere tener luogo degli scritti anteriori distrutti dal tempo.

Tolomeo perfeziona la teoria de' pianeti.

Le antiche osservazioni, e soprattutto il catalogo delle stelle, formato da Ipparco, avendo fatto conoscere a Tolomeo che questi astri conservano sempre tra loro la medesima posizione, egli ebbe delle basi fisse, per riferirvi il movimento de' pianeti, si applicò con maggiore esattezza, e non praticata finallora,

---

(1) *Voce araba, che vuol dire* grande composizione.

a determinare le strade che essi tengono nel cielo, le loro rispettive posizioni, e distanze dalla terra.

Sistema di Tolomeo.

A consultare le apparenze, la terra occupa il centro del mondo, e tutti i movimenti che succedono nel cielo si fanno intorno a noi. Nondimeno Pitagora aveva combattuto questa idea; egli riponeva la terra nel numero de' pianeti, e la faceva girare intorno al sole, come la luna e gli altri astri erranti. Aristarco di Samo abbracciò dipoi il sentimento di Pitagora, e l'appoggiò con forti ragioni. Ma il pregiudizio in favore dell'immobilità della terra era troppo radicato, troppo conforme al testimonio de' sensi, onde cedere facilmente ad una verità che il genio indovinava piuttosto che poterla provare, o farla comprendere alla moltitudine. Tolomeo abbracciò la volgare opinione; suppose che intorno alla terra immobile girassero in questo ordine di distanze, partendo dal centro, la Luna, Mercurio, Venere, il Sole, Marte, Giove e Saturno. Tutte le sue spiegazioni del moto de' pianeti s'appoggiavano su questa ipotesi, che la sua autorità in astronomia

fece universalmante ricevere, e passare alla posterità sotto il nome di *Sistema di Tolomeo*.

Sino dalla prima applicazione che ne fece, il moto apparente de' pianeti rapporto alla terra, presentò difficoltà che l'autore non potè vincere o eludere se non con nuove ipotesi molto imbarazzanti. Si è già detto: talora i pianeti Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno appariscono camminare direttamente innanzi a noi; talora si fermano, e talora retrogradano. Per render ragione di tutti questi movimenti, Tolomeo suppone che ciascun pianeta descriva in particolere nello spazio un piccol cerchio che chiamasi *deferente*, e che in seguito tutti questi cerchj trasportando ciascuno il suo pianeta, descrivano essi stessi de' cerchj concentrici o eccentrici alla terra: dalla combinazione del moto del pianeta su la circonferenza del suo cerchio deferente col moto di questo deferente intorno alla terra, si forma un moto composto che spiega gli aspetti successivi del pianeta riguardo alla terra. Ma ben si scorge che una tale complicazione di movimenti e di apparenze reali o ottiche, doveva formare un caos difficile a sciogliere. Ognuno sa il motto arguto d'Alfonso X, re di Castiglia, sopranominato l'astronomo. Quantunque egli

credesse a tutta questa meccanica celeste, l' imbarazzo che vi trovava, un giorno gli fece dire: *Se Dio mi avesse chiamato al suo consiglio nel tempo della creazione del mondo, gli avrei dato de' buoni consigli*; motto spiritoso che fu riguardato allora per un' empietà, poichè si supponeva certamente che Tolomeo avesse assistito al consiglio di Dio.

Tolomeo diminuisce male a proposito il moto delle stelle in longitudine, scoperto da Ipparco. Sua durata dell' anno troppo lunga.

Il moto delle stelle in longitudine, che Ipparco aveva scoperto, fu adottato e confermato da Tolomeo, che credette dovervi fare soltanto una piccola diminuzione. Secondo Ipparco, questo movimento, o per conseguenza la retrogradazione de' punti equinoziali, era di due gradi in cencinquant' anni, o di quarantotto secondi di grado in un anno; quantità un po' troppo piccola: Tolomeo ridusse questo movimento ad un grado in cento anni, ossia a trentasei secondi in un anno; risultato che si scosta ancor più dal vero. Questo errore introdusse un sensibile aumento nella durata dell' anno che Tolomeo trovò, confrontando le osservazioni

del suo tempo con quelle d'Ipparco: egli la fece di 365 giorni 5 ore 55 minuti, durata troppo lunga di sei minuti di più.

Tolomeo perfeziona la teoria della luna; dimostra l'evezione.

Egli fu fortunato nelle sue altre ricerche su la teoria del sole e della luna. Ipparco aveva riconosciuto le eccentricità delle orbite di questi due astri: Tolomeo dimostrò le medesime verità con nuovi mezzi. Inoltre fece un'importantissima scoperta che gli appartiene interamente: egli osservò nel movimento della luna la famosa ineguaglianza, conosciuta presentemente sotto il nome di *evezione*. Si sapeva in generale che la velocità della luna nella sua orbita non è sempre la medesima, e che aumenta o diminuisce a misura che il diametro di questo satellite sembra aumentarsi o diminuirsi: si sapeva ancora che la massima e minima velocità hanno luogo nelle estremità della linea degli absidi dell'orbita lunare: non si era andato più oltre. Tolomeo osservò che da una rivoluzione all'altra, le quantità assolute di queste due velocità estreme variavano, e quanto più il sole si allontanava dalla linea degli ab-

sidi della luna, tanto più la differenza tra queste due velocità andava aumentandosi; d'onde concluse che la prima ineguaglianza della luna, quella che dipende dalla eccentricità della sua orbita, è soggetta ad un ineguaglianza annua dipendente dalla posizione della linea degli absidi dell' orbita lunare riguardo al sole. Le osservazioni moderne hanno pienamente dimostrato la verità di questa teoria: esse hanno altresì fatto conoscere moltissime altre ineguaglianze nel movimento della luna: di esse si parlerà, quando esporrò i progressi dell' astronomia ne' tempi moderni.

Geografia di Tolomeo, opera utilissima.

Oltre l' Almagesto, di cui abbiamo reso un conto sommario, esiste un' altra grand' opera di Tolomeo, la *Geografia*, nella quale fissa secondo il metodo d' Ipparco, la posizione de' luoghi terrestri per mezzo della latitudine e longitudine. Se Tolomeo ha commesso parecchi sbagli sulla situazione delle città e de' paesi di cui parla, bisogna ricordarsi che la Geografia è l' opera di quel tempo; che all' epoca in cui viveva Tolomeo, non si conosceva un po' distintamente se non che una parte mediocre dell' antico con-

tinente; e che anche a' giorni nostri, in cui l' astronomia è incomparabilmente più diffusa, rimane dell' incertezza sulla posizione di molti luoghi ne' due emisferi. Non debbo tralasciare di aggiungere che quest' opera medesima contiene i primi principj dell' ingegnosa teoria delle projezioni che sono in uso nella costruzione delle carte geografiche.

Tolomeo non ha creduto all' astrologia giudiziaria.

Si sono pubblicati sotto il nome di Tolomeo alcuni libri in cui l' astrologia giudiziaria è proposta e spiegata; ma alcuni dotti critici hanno dimostrato ch' egli non n' è l' autore certamente; alcuni impostori hanno cercato di sostenere con un gran nome i loro perniciosi vaneggiamenti. Ciò che vi ha di certo, si è che l' Almagesto e la Geografia, le due grandi opere di Tolomeo, non ne contengono il minimo vestigio,

Tolomeo ebbe, come Archimede, l' ambizione di trasmettere alla posterità la memoria de'suoi lavori con un pubblico monumento. In un frammento che Bouilland fè stampare nel 1668, Olimpiodoro e Teodoro, astronomi di Mitilene, riferiscono che Tolomeo aveva

consacrato nel tempio di Serapide a Canope un' iscrizione scolpita in marmo, in cui spiegava le ipotesi della sua astronomia : tali sono la durata dell' anno, le eccentricità delle orbite lunare e solare, le dimensioni degli epicicli, de' pianeti, ec.

Se vi sono stati genj più grandi di Tolomeo, non vi è stato per lo meno alcun uomo che, avuto riguardo al tempo in cui visse, abbia riunito cognizioni più profonde e veramente più utili ai progressi dell' astronomia.

Da Tolomeo fino agli Arabi non si annovera più tra i Greci alcun astronomo d' un certo ordine, eccettuato per avventura Teone d' Alessandria, di cui ci rimane un dotto commentario sopra l' Almagesto.

Anno di C. 395

Gnomonica.

Tra le varie applicazioui che si fecero dell' astronomia ai bisogni della società, la Gnomonica ossia la scienza de' quadrauti ha molto occupato gli antichi astronomi : essa meritava difatti la loro attenzione per l' universale utilità che recava allora onde conoscere le ore del giorno negli usi civili ; essa non è niente meno necessaria al presente nelle campagne, ed anche nelle città, dove i qua-

dranti servono, per lo meno, a regolare gli orologi.

Si costruiscono quadranti del sole, della luna e delle stelle. I primi sono incomparabilmente i più usitati. Un quadrante è per l'ordinario un semplice piano, sopra il quale le ore e porzioni d'ore sono segnate dalle proiezioni d'ombra, o dal getto d'un punto luminoso che si fa passare a traverso d'una piastra traforata. Qualche volta ancora si descrivono de' quadranti sopra superficie curve, come quelle d'un cono, d'un cilindro, d'una sfera, ec. I principj della costruzione sono i medesimi in tutti i casi: non vi è altro divario che nella lunghezza e moltiplicità più o meno grande delle operazioni. Io mi contenterò adunque di dare qui un'idea generale de' quadranti solari descritti sopra de' piani dalle proiezioni delle ombre. La soluzione di questo problema è facilmente riducibile ad un semplice quesito di geometria, come ora osserverò.

Immaginiamoci che il sole colla sua rivoluzione giornaliera si muova nell'interno d'una sfera immensa, il cui centro sia il medesimo di quello del globo terrestre considerato come immobile, e concepiamo in seguito che per questo centro passi un asse

perpendicolare all' equatore, come pure a tutti i paralleli che il sole descrive successicamente: egli è evidente che attribuendo una certa grossezza a quest' asse, il sole ne getterà continuamente l'ombra sopra il quadrante, vale a dire, nel presente caso sopra un piano dato di posizione, e che passa pel centro della sfera celeste. Quindi risulta che per segnare le ore del giorno sopra il quadrante, non si tratta che di saper determinare le intersezioni del piano del quadrante colla serie dei piani che passano pel sole in ogni istante del suo movimento, e per l' asse del mondo: problema che non ha difficoltà alcuna pe' geometri.

Il principio di questa costruzione suppone, come si rileva, che il raggio del globo terrestre sia infinitamente piccolo rapporto al raggio del cerchio che il sole descrive ogni giorno; il che può essere considerato come sensibilmente vero nella pratica.

Non si descrivono sopra il quadrante che le linee indispensabilmente necessarie. Lo stile piantato nel quadrante, e che fa parte dell' asse del mondo, può essere più o meno lungo. Qualche volta gli artefici si contentano di segnare le ore, dalla venuta dell' ombra dal vertice dello stile alle linee orarie.

Vi sono de' quadranti in cui gli artefici non si ristringono a segnare le ore e porzioni d'ora, ma in cui si segnano inoltre alcuni punti notabili della strada che segue l'ombra del vertice dello stile, e l'ingresso del sole ne' segni del zodiaco. Supponiamo, per esempio, un quadrante orizzontale per la città di Parigi: il raggio solare che passa pel vertice dello stile, essendo prolungato indefinitamente, e considerato per una linea fisica ed inflessibile, si rileva che durante la rivoluzione del sole, questa linea descriverà le superficie di due coni opposti al vertice, che è quello dello stile, e che l'ombra gettata da questo vertice formerà sopra il quadrante, per ciascun giorno o per ciascun parallelo, una porzione d'iperbola, poichè prolungando il piano del quadrante, taglierebbe i due coni opposti. Un altro parallelo dà un' altra porzione d'iperbola. Ora, siccome tutte queste porzioni di iperbole, diverse di grandezza e posizione, produrrebbero confusione sopra il quadrante, se si descrivessero per intero, così gli artefici si contentano di segnare i punti d'ombra per l'entrata del sole in ciascun segno del zodiaco; congiungono questi punti di mano in mano, e formano in tal

modo una serie d'archi che chiamano *archi de' segni*.

L'invenzione de' quadranti è antichissima. Diogene Laerzio ne attribuisce la prima idea ad Anassimene. Si trova nel nono libro di Vitruvio la descrizione compendiosa di parecchi antichi quadranti, il nome che loro davano, e quello degli autori che gli hanno immaginati. Rimetto i miei lettori a questa opera, come pure alle eccellenti note onde Claudio Perrault ha arricchito la traduzione che ne diede.

CAPO VI.

Origine e progressi dell' ottica.

Non conviene fermarsi alle spiegazioni fisiche, che gli antichi, e particolarmente Aristotile, hanno dato intorno a' fenomeni della visione: l'abuso delle qualità occulte vi è portato all'eccesso. Ma qualche volta eglino si sono ristretti ad interrogare la natura col mezzo dell' esperienza, ed allora hanno ricevuto utili risposte. Per esempio, la scuola di Platone ha conosciuto distintamente i primi principj dell' ottica, cioè a dire, la propagazione della luce in linea retta, e la

proprietà che ha di riflettersi facendo un angolo eguale a quello d'incidenza.

Lungo tempo prima si sapevano costruire gli specchi di metallo: si conosceva parimente l'uso del vetro, e questo, secondo Plinio, è un'invenzione dovuta all'azzardo. « Alcuni mercanti (1) di nitro, che « attraversavano la Fenicia, volendo far cuo- « cere le loro vivande su le rive del fiume « Belo, e non trovando pietre per innalzare « i loro treppiedi, si avvisarono di mettervi, « in luogo di pietre, alcuni pezzi di nitro. « Allora la materia s'accese, s'incorporò col « nitro, e formò piccoli ruscelli di materia « trasparente, che essendosi rappigliata ad « alcuni passi di distanza, indicò la maniera « di fare il vetro, che in seguito fu infinita- « mente perfezionata. »

Nel secolo di Socrate, la fabbrica del vetro aveva fatto notabili progressi, e l'uso dei vetri ustorj era già molto comune. Eccone la prova dedotta dal secondo atto della commedia delle *Nuvole* d'Arisfofane.

Anno inn C. 433.

L'autore introduce Socrate che dà lezioni di filosofia a Strepsiade, cittadino rozzo e

(1) *Accad. delle belle lett. t.* 1, *pag.* 109.

maligno. Queste lezioni versano sopra inezie tendenti a metter Socrate in ridicolo. Strepsiade dopo avergli domandato il modo di non pagare i suoi debiti, propose egli medesimo questo spediente. STREPSIADE. *Hai tu veduto presso i droghieri questa bella pietra trasparente, con cui si accende il fuoco?* SOCRATE. *Non è forse del vetro che tu vuoi dirmi?* STREP. *Per l' appunto*. SOCRATE. *Ebbene; che ne farai tu?* STREP. *Quando mi daranno una citazione, piglierò questa pietra, e mettendomi al sole, farò liquefare da lontano tutta la scrittura della citazione*. Questa scrittura era segnata, come è noto, sopra la cera che copriva una materia più solida.

Nulla vi ha a ripetere sopra qnesta prova dell'antichità de' vetri ustorj. Inoltre, l' effetto annunziato da Strepsiade può spiegarsi facilmente in tre maniere: si poteva adoperare uno specchio che riflette i raggi solari, o un vetro convesso che dà il passaggio ai raggi, o un aggregato di più specchi piani per riflessione. Nel primo caso, si sarebbe dovuta situare in alto la citazione tra lo specchio ed il sole nel luogo ove i raggi solari, dopo avere percossa la concavità dello specchio, vengono a riunirsi, riflettendosi sotto un angolo eguale a quello d' incidenza: posizione incomoda per

la citazione, e di cui non è presumibile che Strepsiade abbia voluto parlare: nel secondo caso, la citazione sarebbe stata collocata inferiormente, nel fuoco ove i raggi solari si riuniscono, dopo di avere attraversato la grossezza del segmento sferico, il che non reca alcun imbarazzo, nè difficoltà nella pratica; finalmente il terzo mezzo è egualmente facile a mettersi in opera, poichè non bisogna perciò che disporre gli specchi piani in modo che i raggi solari venendo a percuoterli, si riflettano in linee che vadano a tagliarsi in un punto ove formano un centro ustorio.

Esistono parecchie altre antiche osservazioni del medesimo fenomeno. Plinio (1) fa menzione *di globi di vetro o globi di cristallo, ch' esposti al sole, bruciavano, o gli abiti, o le carni degli ammalati che si volevano cauterizzare*. Lattanzio (2) che viveva verso l'anno 303 di Gesù Cristo, dice *che un globo di vetro pieno d' acqua, e che si esponeva al sole, accendeva il fuoco, anche nel maggior freddo*.

L'effetto più memorabile de' vetri ustorj nell' antichità, sarebbe quello degli specchi

(1) *Stor. nat. lib.* 36 *e* 37,

(2) *De ira Dei*.

d' Archimede , se fosse ben comprovato. Ella è questa una quistione litigiosa che credo di dover esaminare colla maggior brevità possibile , senza omettere alcune ragioni che si possono addurre dall' una e dall'altra parte.

Specchi ustorj d' Archimede.

Parecchi antichi autori hanno narrato che nell' assedio di Siracusa Archimede diede fuoco alla flotta de' Romani con vetri ustorj. Alcuni moderni considerano questo fatto siccome favoloso ed impossibile: altri lo ammettono per certo , ed altresì di facile esecuzione. Comincio dalle ragioni degli increduli, alla testa de' quali trovasi il famoso Cartesio (1).

Primieramente hanno osservato, ed in ciò ognuno è stato del loro sentimento, che Archimede non avrebbe potuto adoperare un vetro diottrico , o per refrazione , quand'anche le località l' avessero permesso , poichè tal vetro non avrebbe raccolto nel medesimo foco i raggi solari , in quantità sufficiente per produrre un incendio , e perchè altronde

(1) *Diott. disc.* VII.

la sfera di cui sarebbe stato parte, avrebbe avuto un raggio immenso. Non era possibile di supplire a questo difetto, adoperando nel medesimo tempo più vetri di questa specie: perciocchè sarebbe stato necessario che tutti questi vetri esposti nel medesimo tempo al sole per produrre un incendio simultaneo, avessero avuto la medesima curvatura, il medesimo foco e la medesima posizione, tanto riguardo al sole, quanto all' oggetto da abbruciarsi; laonde si rileva che essi si sarebbero vicendevolmente esclusi.

Con simili considerazioni, Cartesio ed i suoi seguaci rigettavano lo specchio catottrico, dicendo, come è vero, che per raccogliere i raggi alla portata del colpo, cioè a dire, a cencinquanta piedi circa di distanza, il raggio di sfericità sarebbe stato di trecento piedi; il che rende lo specchio impossibile ad eseguire con una certa precisione. Altronde non avrebbe data che una quantità insufficiente di raggi solari; e se per aumentare questa quantità si fosse aumentata l' estensione dello specchio, i raggi solari cessando allora d' essere sensibilmente paralleli, si sarebbero diffusi sopra uno spazio più grande, ed avrebbero perduta in proporzione la loro densità e la loro forza... Finalmente in questo

caso, come nel primo, non si sarebbe potuto adoperare che un solo specchio.

Presentata così la quistione, egli è certo che Cartesio avrebbe completamente guadagnato la causa. Ma perchè assoggettare gli specchi a curvature che non ammettono che un sol fuoco, e che escludono la combinazione di più specchi? Non è egli possibile di raccogliere e disporre un gran numero di piccoli specchi piani, per modo che ricevano e riflettano in seguito verso il punto medesimo, o verso un istesso piccolo spazio, i raggi solari in quantità sufficiente per bruciare del legno, delle corde, ed altri arredi? Certamente non vi è qui impossibilità teorica. In quanto all' esecuzione, si può egli pensare che un uomo come Archimede, che possedeva nel più alto grado il genio dell' invenzione nella meccanica, sia stato imbarazzato nel trovare il mezzo di unire insieme più pezzi di cristalli, di fargli giuocare coi movimenti di cerniera, e di far loro prendere ad arbitrio diverse inclinazioni secondo l' esigenza de' casi? Mi sembra quindi che tutta la quistione riducasi al punto di fatto, se realmente Archimede abbia abbruciato la flotta de' Romani con ispecchi ustorj.

Da una parte Polibio, Tito Livio e Plutarco non ne parlano; dall' altra Jerone di Sicilia e

Pappo l'hanno affermato positivamente (1); Le opere in cui i primi parlano dell' assedio di Siracusa, esistono: quelle degli altri sono perdute; ma esistevano ancora nel duodecimo secolo, ed i passi in cui si trattava specialmente dello specchio d' Archimede, sono riferiti da Zonara e Tzetze, scrittori di quel tempo. Il silenzio di Polibio, Tito Livio e Plutarco è del genere delle prove negative, che devono cedere ad un' asserzione positiva, quando il fatto che annunzia non ha nulla d' impossibile. D'altronde Plutarco, parlando in generale con meraviglia dell' effetto delle macchine d' Archimede, senza nulla specificare, ha potuto comprendervi gli specchi ustorj. Comunque sia la cosa, Zonara e Tzetze scrittori assai mediocri, meritano perciò appunto tutta la confidenza; eglino non hanno potuto nulla inventare, e la loro testimonianza deve essere riguardata come quella degli autori che citano. Ora Zonara afferma, dietro gli anti-

---

(1) *Le autorità dell' una e dell' altra parte, tutte bilanciate, sono a un dipresso egualmente antiche. Jerone viveva avanti Polibio, Diodoro e Tito Livio sono contemporanei; Pappo è posteriore a Plutarco.*

chi, che Archimede incendiò la flotta dei Romani col mezzo de' raggi solari raccolti e riflessi dal lustro d'uno specchio; indi aggiunge che con quest' esempio Proclo incendiò con specchi di bronzo la flotta di Vitaliano che assediava Costantinopoli sotto l'impero d'Anastasio, l'anno 514 dell'era cristiana. Tzetze, fondato sulle medesime autorità, dà una spiegazione particolare del meccanismo degli specchi d'Archimede. « Allorchè Marcello, dice egli, « ebbe allontanato i suoi vascelli alla portata « del dardo, Archimede fece giuocare uno « specchio esagono, composto di molti altri « più piccoli che avevano ciascuno ventiquat- « tro angoli, e che potevano muoversi per « mezzo delle loro cerniere, e di certe lame « di metallo; egli collocò questo specchio « per modo che veniva tagliato nel suo mez- « zo dal meridiano d'inverno e d'estate, co- « sicchè i raggi del sole ricevuti su questo « specchio venendo a rompersi, accesero un « gran fuoco che ridusse in cenere i vascelli « de' Romani, sebbene fossero distanti dalla « portata del dardo. » Che questo passo contenga una descrizione esatta o difettosa degli specchi d'Archimede, che ne esageri, se si vuole, gli effetti, esso indica almeno ad un dipresso la maniera onde le parti dello

specchio giravano per prendere la situazione conveniente al loro oggetto, l'esposizione in cui era rispetto al sole, ed infine la distanza alla quale portava il fuoco: tutte circostanze possibili e verosimili.

Alcune persone colpite da queste prove, ma sempre un poco incredule sul punto di cui trattasi, hanno fatto un' obbiezione, alla quale si dà maggior peso che non ne ha realmente. Ammettendo, dicono, che Archimede avesse potuto mettere il fuoco ai vascelli de' Romani, se fossero rimasti fermamente nel medesimo sito, non sarà già la stessa cosa allorchè si supporrà, come si deve fare, che un vascello ora si allontana ed ora si accosta: perciocchè, aggiungono, per ogni movimento che farà, vi vorrà un tempo considerevole per far prendere alle faccette dello specchio le posizioni che richieggono i cangiamenti di distanza dallo specchio all'oggetto che deve essere incendiato. A ciò rispondo, 1.° che Archimede avendo una volta colto il momento favorevole per l'incendio, senza che i Romani avessero alcuna cognizione de' suoi mezzi, ha potuto eseguire prontissimamente il suo progetto e prima che vi si facesse ostacolo; 2.° che con tutte le risorse ch' egli aveva nel suo ingegno, ha senza

difficoltà trovato il mezzo di far variare l'inclinazione delle faccette dello specchio, per seguire, almeno per qualche tempo, il vascello che cercava di fuggire; 3.° finalmente, che egli ha potuto tenere in serbo molti specchi di diversi fochi (cosa possibile) per tutti i casi che potevano accadere, e che era cosa facile di prevedere. Quindi la mobilità dei vascelli non è un ostacolo insuperabile all'azione degli specchi; ed alcuni dotti moderni, senza alcun riguardo a questa obbiezione, hanno creduto di poter fondare la realtà degli effetti proposti sopra esperienze ove gli oggetti da incendiare sono immobili.

In un' opera intitolata *Ars magna lucis et umbrae*, il P. Kircher gesuita dice d'avere fatto costruire, secondo la descrizione di Tzetze, uno specchio composto di più vetri piani, che, riflettendo tutti la luce del sole nel medesimo punto, vi producevano un calore considerevole.

Nel 1747, Buffon (1) eseguì in grande la medesima esperienza, e con essa ha posto irrevocabilmente il sigillo alla verità degli

---

(1) *Mem. dell' Acc. delle scienze an.* 1747, *pag.* 82.

specchi d'Archimede. Egli fece costruire da un eccellente ingegnere ottico, per nome *Passemant*, uno specchio di riflessione, composto di censessant' otto vetri piani, mobili a cerniere, e che si potevano far giuocare tutti insieme, o soltanto in parte. Per mezzo di questa macchina Buffon nel mese d'aprile, con un sole assai debole, accese il legno a cencinquanta piedi: risultati più che sufficienti per distruggere tutti i ragionamenti che si sono opposti contro un fatto evidentemente possibile.

La quistione era in tale stato, quando nel 1777, il dotto Dupuy, membro dell' accademia di belle lettere (1), pubblicò la traduzione d'un frammento d'Antemio sul medesimo argomento. Si sa che Antemio fiorì sotto l'imperatore Giustiniano. Egli era un uomo raro per le sue profonde cognizioni nelle matematiche, e soprattutto nella meccanica. Costruì dapprima con Isidoro, indi solo dopo la morte del suo collega, la famosa basilica di s. Sofia in Costantinopoli. A lui si attribuisce la prima invenzione delle volte a cupola. Il frammento tradotto da

Anno di C. 536.

(1) *Accad. delle belle lett. tom. 42, pag. 392.*

Dupuy contiene alcuni problemi d'ottica; e l'autore vi tratta specialmente quello degli specchi d'Archimede, sugli effetti de' quali non lascia dubbio veruno. Comincia dall' osservare che Archimede non ha potuto adoperare uno specchio catottrico concavo, 1.° perchè un siffatto specchio sarebbe stato d'una smisurata grandezza; 2.° perchè in questa specie di specchi fa d'uopo che l'oggetto da bruciare sia collocato tra lo specchio ed il sole, e che la posizione de' vascelli de' Romani riguardo a Siracusa escludeva questa disposizione. In seguito spiega il meccanismo degli specchi che adoperò Archimede, presso a poco come da Tzetze ci è stato trasmesso, e come da Buffon è stato eseguito.

Mi sono per avventura un poco troppo esteso sopra questo particolare argomento. Ma ho creduto, per quanto mi è stato possibile, di dover rischiarare un problema interessante sul quale rimaneva per anche qualche oscurità. Finisco con alcune generali osservazioni.

Esame della quistione se gli antichi abbiano conosciuto l' uso degli occhiali.

Vi è nella successione delle umane cognizioni una sventurata fatalità: le più utili, le più necessarie a' nostri bisogni, si presentano quasi sempre le ultime. Gli antichi, che con tanta arte e tanto successo sapevano approfittare della proprietà che hanno i vetri di abbruciare, ignoravano l'uso ben più importante e più vantaggioso che se ne fa presentemente, per ingrandire gli oggetti, e per aiutare la vista indebolita. So che questa opinione non è conforme a quella de' fanatici antiquarj, che vogliono a tutta forza che gli antichi abbiano tutto inventato, e ci abbiano soltanto lasciata la miserabile gloria d' indovinarli e commentarli. Lo storico dell' accademia di belle lettere, si esprime come segue, dietro la sola testimonianza del dotto Valois, senza degnarsi di citare alcun antico mallevadore. « Si legge che un Tolomeo, re « d' Egitto, aveva fatto fabbricare una torre, « od un osservatorio, nell' isola dove era costrui« to il faro di Messina, e che sull' altezza di « questa torre aveva fatto collocare de' can« nocchiali d' una portata sì prodigiosa, che

« scopriva a sessanta miglia i vascelli nemici
« che venivano coll' intenzione di fare qual-
« che discesa sopra le sue coste. » Ma se
gli antichi avessero effettivamente posseduto
un' invenzione sì aggradevole, sì necessaria e
così semplice, è egli verosimile che si fosse
perduta anche ne' tempi della maggiore bar-
barie? Non ne esisterebbero alcuni vestigi ben
contrassegnati negli antichi autori? Non avreb-
be essa somministrato nelle loro lingue, come
nelle lingue moderne, una moltitudine di
espressioni metaforiche? Come sarebbe pos-
sibile che Seneca, il quale visse dopo il pre-
teso Tolomeo de' cannocchiali, essendo l'Egit-
to diventato provincia romana dopo la morte
di Cleopatra, come sarebbe possibile, io di-
co, che Seneca non ne avesse alcuna cogni-
zione, quando egli dice semplicemente che (1)
*alcune piccole lettere vedute a traverso d'una bot-
tiglia di vetro piena d'acqua, comparivano più
grandi*, senza nulla aggiungere che avesse re-
lazione ai cannocchiali. Gli antichi, ingannati
dalla loro cattiva fisica su la natura della visio-
ne, non s'immaginavano mai che per un mec-
canismo simile a quello che raccoglie i rag-

---

(1) *Quaest. Nat.*

gi solari in un foco ustorio, si potesse altresì raccogliere una luce dolce ed affievolita, e formare un ammasso di chiarezza che favorisca la funzione degli occhi senza offenderli. Se ci atteniamo alle prove certe, e non alle semplici congetture che si possono sempre formare travolgendo alcuni passi degli antichi autori, resteremo convinti che l'invenzione de' besicli ossia occhiali da naso, appartiene unicamente alla fine del secolo decimoterzo. Quella de' grandi cannocchiali, dei cannocchiali astronomici, de' telescopj, è ancora più recente di circa trecent' anni. I vetri atti a formare questi strumenti debbono essere o grandissime sfere, il cui uso sarebbe molto incomodo e quasi impossibile, o piccolissime porzioni di grandi sfere, il che somministra una pratica facile che effettivamente si seguita. Ma l'ultimo mezzo suppone l'arte di tagliare il vetro: arte che sembra essere stata assolutamente sconosciuta agli antichi che sapevano soltanto soffiare nel vetro e formarne de' vasi.

CAPO VII.

Origine e progresso dell' acustica.

Il nome di *acustica*, sconosciuto agli antichi, è stato da' moderni inventato, per denotare in modo breve la parte delle matematiche, che considera il moto del suono, le leggi della sua propagazione, ed i rapporti che hanno tra loro suoni diversi. Vi è un' insigne analogia tra l' acustica e l' ottica, tanto per parte della teoria, quanto degli stromenti co' quali si aiuta l' udito o la vista.

L' aria è il veicolo del suono: allorchè si percuote un corpo sonoro, egli freme, fa delle vibrazioni, che comunica all' aria ambiente, e questo fluido le trasmette per mezzo di ondulazioni successive risultanti dalla sua elasticità, sino al timpano dell' orecchio, specie di tamburo al quale terminano i nervi uditorj. Il suono ha tanto più di pienezza o forza, quanto il corpo sonoro è più denso, più elastico e più violentemente agitato.

Una serie di suoni che si succedono inegualmente e senza ordine, non forma che un semplice strepito per lo più molto ingrato. Ma quando tra i suoni regnano intervalli mi-

surati e rapporti assoggettati a leggi costanti e regolari, ne risulta un' armonia, una modulazione che piace all' orecchio. Tale è la sorgente del piacere che fa la musica a tutti i popoli.

Nel reciproco paragone di due suoni, uno è acuto o grave relativamente all' altro. Questa differenza proviene dal numero più o men grande di vibrazioni che il corpo sonoro fa in un dato tempo. Vi sieno, per esempio, due corde da violino egualmente tese, di eguali grossezze, ma una sia doppia dell' altra in lunghezza, e si scostino dalla direzione rettilinea per metterle in vibrazione: allora mentre la corda semplice fa due vibrazioni, la corda doppia ne fa una sola; il primo suono è acuto, ed il secondo grave. Si dice inoltre che essi sono l' ottava l' uno per riguardo all' altro, per la ragione che formano gli estremi degli otto tuoni della solfa musicale. La tensione più o meno grande, ma sempre uguale, delle due corde, produce de' suoni più o meno forti, che però conservano tra loro il rapporto medesimo.

Se volete avere i rapporti degli otto tuoni della musica, gli otterrete prendendo otto corde egualmente tese, di grossezze eguali,

e le cui lunghezze sieno come i numeri 1, $\frac{5}{6}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{1}{2}$ I numeri di vibrazioni che queste otto corde faranno nel medesimo tempo, saranno reciprocamente proporzionali ai numeri precedenti; e sentirete il suono fondamentale o il più grave di tutti, la terza minore, la terza maggiore, la quarta, la quinta, la sesta minore, la sesta maggiore e l'ottava.

I medesimi rapporti si possono ottenere per mezzo d' una sola corda, col tenderla diversamente, per modo che le forze di tensione sieno come numeri 1, $\frac{36}{25}$, $\frac{25}{16}$, $\frac{16}{9}$, $\frac{9}{1}$, $\frac{64}{25}$, $\frac{25}{9}$, 4.

Tutte queste proposizioni e diverse altre derivano dal teorema seguente: *Il numero di vibrazioni che fa una corda in un dato tempo, è in generale come la radice quadrata del peso che la tende, diviso pel prodotto fatto dal peso della corda e dalla sua lunghezza.* Sebbene questo teorema non sia stato trovato che dai meccanici moderni, ho creduto di doverlo qui riportare, perchè ci servirà ad apprezzare le esperienze attribuite a Pittagora, autore delle prime scoperte che si sono fatte in questa materia.

Anno inn. C. 433.

Nicomaco, antico autore d' aritmetica, narra che Pittagora passando un giorno innanzi una bottega da fabbro ove percuotevano un pezzo di ferro sopra un' incudine, sentì con sorpresa de' suoni che si accordavano cogli intervalli di quarta, quinta ed ottava; che riflettendo su la cagione di questo fenomeno, giudicò ch' essa dipendesse dal peso de' martelli, e che avendoli fatti pesare, trovò che il peso del martello più grave, relativo al suono fondamentale, essendo supposto rappresentato da 1, i pesi de' tre martelli relativi alla quarta, quinta ed ottava in alto erano come i numeri $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$. Nicomaco aggiunge che Pittagora ritornando a casa, volle verificare quella prima esperienza colla seguente: Attaccò orizzontalmente ad un punto fisso una corda che fece passare sopra un cavalletto, e che tese più o meno, caricandola di varj pesi; la pose in vibrazione, e trovò che i pesi corrispondenti alla quarta, quinta ed ottava in alto, stavano tra loro come i pesi de' martelli de' fabbri.

Applicando a queste esperienze il citato teorema, si rileva, o che non sono esatte, o sono malamente riferite. Le lunghezze di tre corde, della medesima grossezza uniforme, che, tese dal medesimo peso, danno la

quarta, quinta ed ottava in alto, stanno come le tre frazioni $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$; ma per far rendere la quarta, quinta ed ottava in alto alla medesima corda, caricandola di pesi differenti, fa d'uopo che questi pesi stiano tra loro come i numeri $\frac{36}{9}$, $\frac{9}{4}$, 4. Quindi vi è errore o ne' rapporti che trovò Pittagora tra i pesi de' martelli, o nella maniera onde vengono esposte le di lui esperienze. Certamente si sarà creduto che i tre pesi differenti che, tendendo la medesima corda, danno la quarta, quinta ed ottava, fossero tra loro come le lunghezze di tre corde differenti egualmente tese, che danno i tre suoni medesimi; il che non è vero. Comunque sia la cosa, egli è certo che queste prime idee di Pittagora sono state la vera sorgente della teoria della musica. Siccome quest' arte, propriamente detta, non riceve che piccioli soccorsi dalle matematiche, così non mi estenderò di più su la musica degli antichi, di cui trovasi altronde la storia in varie opere, e principalmente nelle memorie dell' accademia di belle lettere. Ma ritornerò in seguito su la teoria geometrica delle corde vibranti, e del movimento dell' aria in un tubo: teoria nata in questi ultimi tempi.

Fine del primo periodo, e del primo tomo.

INDICE

DE' CAPITOLI

CONTENUTI IN QUESTO PRIMO TOMO.